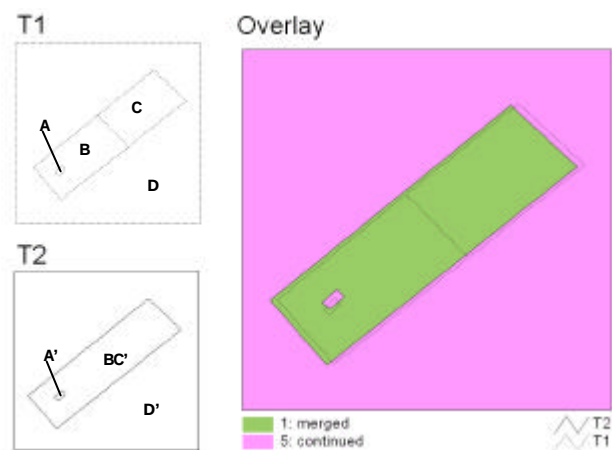


Objectgeometrie in de tijd

Een onderzoek naar methodologische aspecten van monitoring op basis van vectorgestructureerde gegevens binnen een geografisch informatie systeem

Tamara van der Doorn

Juli 2001



WAGENINGEN UNIVERSITEIT
OMGEVINGSWETENSCHAPPEN

Objectgeometrie in de tijd

Een onderzoek naar methodologische aspecten van monitoring op basis van vectorgestructureerde gegevens binnen een geografisch informatie systeem

Wageningen, juli 2001

auteur:
Tamara van der Doorn

begeleider:
Dr. Ir. Ron van Lammeren

Afstudeervak K075-703
Wageningen Universiteit
Departement Omgevingswetenschappen
Laboratorium voor Geo-informatiekunde en Remote Sensing

VOORWOORD

Voorliggend verslag is het resultaat van een afstudeeronderzoek geografische informatiesystemen (K075-703) aan het Laboratorium voor Geo-informatiekunde en Remote Sensing te Wageningen. In dit onderzoek heb ik mij verdiept in het opsporen van geometrische veranderingen, gebruik makend van vlakgegevens in vectorformaat.

Tijdens mijn studie landinrichtingswetenschappen aan de Wageningen universiteit maakte ik kennis met het fenomeen geografische informatiesystemen (GIS). In verschillende landinrichtingspractica werd gebruik gemaakt van mogelijkheden die GIS bieden. Mijn interesse in GIS was gewekt en ik besloot mijn kennis omtrent computergebruik in het algemeen en GIS in het bijzonder verder te vergroten. Al snel kwam ik erachter dat het gebruik van geografische systemen ook nog veel beperkingen kent, waarvan het niet zondermeer kunnen vergelijken van twee databestanden er één is. Ik heb ervoor gekozen om mij met dit onderzoek verder in dit probleem te verdiepen, omdat het juist ook binnen een vakgebied als landinrichtingswetenschappen belangrijk is om op deze wijze veranderingen in de tijd te kunnen opsporen.

De start van dit onderzoek verliep zeer moeizaam als gevolg van een lange ziekteperiode, waarin ik last had van de ziekte van Pfeiffer. Van de drie herstarts na ziekte die ik in mijn studietijd heb gemaakt, heb ik deze laatste als moeilijkste ervaren. Niet alleen door de angst voor terugval, maar vooral ook door het gebrek aan energie en de concentratie- en geheugenproblemen die ik als gevolg van de ziekte van Pfeiffer ondervond. Een afstudeeronderzoek vormde in deze situatie een extra grote opgave, waar ik met enthousiasme aan wilde beginnen, maar toch ook wel tegen opzag. Het vele geduld en begrip van mijn begeleider Ron van Lammeren en andere mensen in mijn directe omgeving hebben ervoor gezorgd dat ik niet alleen dit afstudeeronderzoek heb afgerond, maar ook weer vol in het leven sta. Ondanks de moeizame start heb ik de afgelopen periode dan ook als boeiend, leerzaam en prettig ervaren.

Ik wil iedereen in mijn naaste omgeving bedanken voor zijn of haar steun en inspiratie tijdens dit afstudeeronderzoek. In het bijzonder wil ik Ron van Lammeren bedanken voor zijn begeleiding en de vaak gezellige ontmoetingen waarin lang niet alleen het afstudeeronderwerp besproken werd. Reinetta Roepers en Chris Baltjes wil ik bedanken voor het ter beschikking stellen van de Vlagtwedde-gegevens. Arnold Bregt wil ik bedanken omdat hij het gebruik van MonGis mogelijk heeft gemaakt. Willie ten Haaf wil ik bedanken voor het aanbieden van een bureau met pc bij hem op de kamer en de gevulde koeken. Als laatste wil ik Kees-Jan François bedanken voor zijn morele steun, Anne-Marie van der Doorn voor het corrigeren op taalfouten van mijn teksten en Timmy, mijn kat, voor de aangename maar minder gewenste afleiding tijdens de uurtjes die ik thuis aan het werk was.

Tamara van der Doorn

SAMENVATTING

Aan de Wageningen universiteit wordt een promotieonderzoek uitgevoerd, waarin gekeken wordt naar de invloed van marginalisatie op de ecologische betekenis van cultuurlandschappen. In het kader van dit onderzoek zijn ecologische veranderingen opgespoord. Hierbij is de behoefte ontstaan aan een meer gedetailleerd onderzoek naar de methodologische aspecten van het monitoringsvraagstuk binnen een geografisch informatiesysteem. Dit afstudeeronderzoek heeft zich toegepast op het vinden van geometrische veranderingen binnen een vectoromgeving.

Landschapsmonitoring is een activiteit waarbij in de tijd, dat wil zeggen herhaald, op systematische wijze kenmerken van het landschap worden beschreven en vergeleken. Het monitoringsproces bestaat hierbij uit de volgende activiteiten: inwinning, verwerking, specifieke verwerking, vergelijking, interpretatie en verklaring en bijsturing. Binnen dit onderzoek dient monitoring een signalerende functie te vervullen en wordt gebruik gemaakt van vectorgestructureerde vlakgegevens. Kenmerkend voor een vectorstructuur is dat de liggingsgegevens van objecten (geometrie) gescheiden worden opgeslagen van de thematische gegevens. Hierbij is van ieder object, geometrische eigenschap of thematische eigenschap een kwaliteitsmaat en een tijdsreferentie te geven. Geometrische informatie omvat de aspecten locatie en oriëntatie, vorm en grootte en topologie. Veranderingen in de geometrie zullen vaak radicaal van aard zijn, omdat deze in het Nederlandse landschap meestal worden veroorzaakt door menselijk ingrijpen. Hierbij valt te denken aan topologische veranderingen, waarbij bijvoorbeeld een aantal percelen worden samengevoegd.

Een object dat in de tijd verandert, muteert (mutation) van de ene versie (version) in de volgende. Iedere gebeurtenis (event) waarbij een mutatie van een object plaatsvindt, leidt tot een transformatie van de toestand (state) van de plattegrond naar een nieuwe toestand. Elke state heeft een tijdsduur, gerepresenteerd door een tijdsinterval. Deze benadering impliceert dat veranderingen radicaal van aard zijn, hetgeen niet altijd het geval is. De ware aard van een verandering is vaak achteraf toch nog te bepalen door elkaar opvolgende gebeurtenissen tot een cluster (episode) te groeperen. Binnen een database is het belangrijk te beseffen dat er een verschil is tussen het moment waarop een gebeurtenis plaatsvindt (world time), het moment waarop deze gebeurtenis wordt waargenomen (measure time) en het moment waarop deze gebeurtenis wordt opgenomen in de database (database time).

Voor het opslaan van multi-temporele informatie kunnen datamodellen worden gebruikt die zijn in te delen naar veld- en objectbenaderingswijzen en naar een benaderingswijze met tijd als uitgangspunt. Het voordeel van dergelijke datamodellen is dat veranderingen met een 'simpele bevraging' kunnen worden opgespoord. Traditioneel worden multi-temporele gegevens opgeslagen in meerdere bestanden die elk een snapshot (momentopname) beschrijven. Veranderingen worden opgespoord door verschillende snapshots met elkaar te vergelijken met behulp van een overlayoperatie.

Verschillende visualisatiemogelijkheden worden besproken, waarbij gebruik wordt gemaakt van 1 kaart, meerdere kaarten of zelfs een animatie. Hierbij wordt bij het visualisatieproces altijd een antwoord gezocht op de vraag: 'Hoe zeg ik wat tegen wie en gebeurt dit op een effectieve manier?'.

Het materiaal waarmee is gewerkt, bestaat uit twee van papier gedigitaliseerde topografische bestanden van 1968 en 1982, die een gebied nabij Vlagtwedde beschrijven. Daarnaast is gebruik gemaakt van een twee Top10Vector bestanden die de topografie van de gemeente Soest beschrijven voor 1991 en 1995. Van de gemeente Soest is tevens een referentiebestand beschikbaar, waarmee met verschillende analysemethoden gevonden thematische veranderingen zijn geverifieerd.

Een traditionele overlayoperatie is gebruikt om een eerste indruk te krijgen van de thematische veranderingen die zijn opgetreden. In de overlay zijn hierbij veel kleine en smalle polygonen ontstaan zonder betekenis (ruis), als gevolg van de onafhankelijk van elkaar ingezamelde snapshot-informatie. Ruis ontstaat daar waar de begrenzing van een vlakobject dat in de twee onafhankelijke bestanden gelijk behoort te zijn, op een net iets andere manier wordt gerepresenteerd.

De traditionele overlay spoort geen geometrische veranderingen op en bevat veel ruis. MonGis is een recentelijk ontwikkelde procedure die ruis tracht te onderscheiden van werkelijke veranderingen. Om dit onderscheid te kunnen maken spoort MonGis geometrische veranderingen op. In de overlay wordt onderscheid gemaakt tussen continued objects (gecontinueerde objecten), added objects (toegevoegde objecten), disappeared objects (verdwenen objecten) en intersecting objects (doorsneden objecten). Of er daadwerkelijk een geometrische verandering heeft plaatsgevonden wordt vervolgens getoetst aan de hand van overlapperpercentages en vormfactoren. In de uitvoer zijn geometrische veranderingen moeilijk terug te vinden. Bovendien heeft het programma moeite met topologische veranderingen.

GeoStaF staat voor Geometric Stability Finder en is de binnen dit onderzoek ontwikkelde procedure die geometrische veranderingen opspoorde op basis van topologische relaties in de tijd tussen vlakobjecten uit twee verschillende snapshots. In de tijd stabiel gebleven begrenzingen worden opgespoord, waarna uitspraken worden gedaan over het type geometrische verandering die heeft plaatsgevonden. Onder begrenzing wordt hier verstaan: 'de lijn die de omtrek van een vlakobject aangeeft'. Hier kan het ook gaan om een object dat is samengesteld uit meerdere kleinere objecten. Is een stabiel gebleven begrenzing gevonden, dan wordt op basis van het aantal betrokken vlakobjecten van snapshot 1 en 2 bepaald welk type geometrische verandering heeft plaatsgevonden. Om de stabiel gebleven begrenzingen op te sporen worden eerst de overlaypolygonen gezocht die vlakobjecten uit snapshot 1 of 2 helemaal of grotendeels representeren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een aantal geometrische criteria: verschillende overlapperpercentages (percentages die aangeven hoeveel overlap één of meerdere overlaypolygonen vertonen met een vlakobject uit snapshot 1 of 2) en de gelijkenis in oppervlak en vorm tussen het vlakobject uit snapshot 1 en 2. De geometrische veranderingssituaties die onderscheiden zijn: continued (gecontinueerd), merged (samengevoegd), divided (opgedeeld), rearranged (heringedeeld), dissolved (opgelost) en broken (opgebroken). Is vastgesteld welke overlaypolygonen vlakobjecten uit snapshot 1 of 2 representeren, dan worden de hierbij behorende ruispolygonen aangewezen. Thematische veranderde objecten kunnen in combinatie met de opgetreden geometrische verandering geïnterpreteerd worden als: replaced (vervangen), disappeared (verdwenen) of added (toegevoegd).

De GeoStaF-procedure kan op basis van vectorgestructureerde vlakgegevens uitspraken doen over geometrische veranderingen die zijn opgetreden tussen twee snapshots. Hierbij is de procedure simpel en snel in gebruik. De procedure kan echter niet goed overweg met rearranged objecten. Ook bestanden die informatie bevatten over vlakobjecten met grote verschillen in grootte en vorm en/of veel objecten bevatten die geheel binnen andere objecten vallen leveren problemen op.

De gebruikte referentiegegevens blijken niet geschikt te zijn om de betrouwbaarheid, van de uitspraken die GeoStaF doet, goed te toetsen. Verder werkt de gekozen visualisatiemethode, het opstellen van een enkele kaart waarin veranderingen met verschillende kleuren worden weergegeven, simpel en snel. Interpretatie van een dergelijke kaart is echter lastig, vanwege de vele kleuren en het feit dat begrenzingen van vlakobjecten uit snapshot 1 en 2 moeilijk zijn terug te vinden.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	iii
SAMENVATTING	v
INHOUDSOPGAVE	vii
1 INLEIDING	1
1.1 Probleemverkenning	1
1.2 Probleemstelling	1
1.3 Doelstellingen	2
1.4 Onderzoeksvragen	2
1.5 Leeswijzer	2
2 MONITORING	5
2.1 Wat is monitoring	5
2.2 Geometrie	6
2.3 Tijd	7
3 MULTI-TEMPORELE DATAMODELLEN	9
3.1 Traditionele benadering	9
3.2 Veldbenadering	10
3.3 Objectbenadering	10
3.4 Tijdbenadering	12
4 VISUALISATIE	15
4.1 Het visualisatieproces	15
4.2 Visualisatie van veranderingen	16
5 TRADITIONELE OVERLAY	19
5.1 Beschikbare gegevens	19
5.2 Vectoroverlay	21
5.3 Ruis	21
5.4 Resultaten	22
6 MONGIS	25
6.1 Achterliggend concept	25
6.2 Werking procedure	26
6.3 Resultaten	26
6.4 Conclusie	27
7 GEOSTAF	29
7.1 Uitgangspunten	29
7.2 Systeemontwerp	31
7.3 Implementatie	34
7.4 Resultaten	38
8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	41
8.1 Conclusies	41
8.2 Aanbevelingen	42
LITERATUUR	43

BIJLAGEN

Bijlage 1	Topografische kaarten	47
Bijlage 2	Referentiedataset	53
Bijlage 3	Legendastructuren	57
Bijlage 4	Traditionele overlay	59
Bijlage 5	Flowchart MonGis	61
Bijlage 6	Toelichting op MonGis beslissingsregels	63
Bijlage 7	Resultaten MonGis	65
Bijlage 8	Activiteitschema's GeoStaF	69
Bijlage 9	Toelichting op activiteitschema's	71
Bijlage 10	Verklaring items in overlaytabel	75
Bijlage 11	Resultaten GeoStaF	79

1 INLEIDING

1.1 Probleemverkenning

Momenteel wordt er op de vakgroep Ruimtelijke Planvorming aan de Wageningen Universiteit een promotieonderzoek uitgevoerd onder de titel: "Ecological changes in cultivated landscapes due to marginalisation of agriculture in Europe." [Roepers, 1997]. Er wordt binnen dit onderzoek gekeken naar de invloed van marginalisatie op de ecologische betekenis van cultuurlandschappen in drie regio's in (noordwest) Europa. In elk van de regio's is geprobeerd om met behulp van ArcView (een geografisch informatie systeem) aan te geven welke ecologische veranderingen hebben plaatsgevonden. De data die gebruikt wordt binnen dit onderzoek, is afkomstig van topografische kaarten met een schaal van 1:25.000. Voor de analyse van deze data in ArcView is gekozen voor het werken met vectorgestructureerde gegevens. Ten eerste omdat ecologische structuren in het landschap hoofdzakelijk worden bepaald door lijnvormige elementen. Een vectorstructuur geeft voor lijnelementen een grotere nauwkeurigheid dan een rasterstructuur. Ten tweede vanwege de beschikbaarheid van topologische beschrijvingen [Jansen, 1997]. Hoewel er reeds gekozen is voor een bepaalde aanpak en er al enkele resultaten liggen, bleek toch de behoefte te bestaan aan een meer gedetailleerd onderzoek naar de methodologische aspecten van het monitoringsvraagstuk binnen een geografisch informatie systeem (GIS). Het uitvoeren van een analyse op basis van gegevens in vectorstructuur blijkt namelijk geen eenvoudige opgave binnen ArcView. De problemen die zich hierbij voordoen zijn niet specifiek voor dit promotieonderzoek, maar komen algemeen voor binnen monitoringsvraagstukken.

Als gevolg van verbeterde technologie, data beschikbaarheid en voortgaande prijsreductie van hardware en software worden geografische informatiesystemen voor steeds meer mensen toegankelijk [De Zeeuw et al., in prep.]. Tegenwoordig is de overlaytechniek een standaard GIS functionaliteit en met de beschikbaarheid van digitale gegevens van een zelfde gebied over meerdere jaren, lijkt deze techniek de meest aangewezen techniek om veranderingen op te sporen. Met deze simpele techniek bestaat er echter de kans dat er meer 'ruis' in de bestanden wordt gemeten dan veranderingen in de werkelijkheid [De Zeeuw et al., 1999]. Deze ruis in het overlaybestand wordt voornamelijk veroorzaakt door aanpassingen c.q. verbeteringen in opnametechnieken en aanpassing van de data aan de actuele gebruikerswensen [De Zeeuw et al., 1999]. Bovendien is er binnen ArcInfo een beperking op het gebruik van de overlay operatie. Het is momenteel namelijk alleen mogelijk om een overlay-operatie toe te passen op twee kaartlagen wanneer één van de twee een polygoontopologie heeft.

Om te komen tot een GIS dat overweg kan met multi-temporele gegevens is het nodig om meer inzicht te verkrijgen in de beperkingen van de huidige GIS-pakketten op dit gebied. Vervolgens kan worden gezocht naar mogelijke oplossingen.

1.2 Probleemstelling

De bovenstaande probleemverkenning heeft geleid tot de volgende probleemstelling:

Hoe kunnen op basis van vectorgestructureerde gegevens thematische en geometrische veranderingen in het landschap worden opgespoord?

1.3 Doelstellingen

Dit onderzoek vindt plaats in het kader van een afstudeervak. Voor dit afstudeeronderzoek zijn de volgende inhoudelijke doelstellingen geformuleerd:

1. Beschrijven van de beperkingen omtrent monitoring van vectorgestructureerde gegevens.
2. Bestaande monitoringmethoden onderzoeken.
3. Opstellen en implementeren van een methode voor monitoring van vectorgestructureerde gegevens.
4. Uitvoeren van een monitoringscase in het studiegebied nabij Vlagtwedde en het studiegebied binnen de gemeente Soest.

1.4 Onderzoeksvragen

Om de hierboven beschreven doelstellingen te bereiken zijn de volgende onderzoeksvragen opgesteld, die hebben gediend als stappen in het werkproces van dit onderzoek:

- 1a. Wat zijn de kenmerken van een monitoringssysteem?
- 1b. Welk type vragen moeten beantwoord kunnen worden met betrekking tot verandering van landschapselementen?
- 1c. Wat zijn de beperkingen die een vectorstructuur heeft ten aanzien van monitoring?
- 2a. Welke datamodellen of procedures zijn er reeds in de literatuur beschreven om multi-temporele gegevens met elkaar te kunnen vergelijken en op te slaan? Wat zijn de voor- en nadelen?
- 2b. Welk datamodel of welke procedure past het beste in het kader van dit afstudeeronderzoek?
- 3a. Wat is er nodig om dit datamodel of deze procedure te implementeren?
- 3b. Hoe kan het gekozen of nieuw bedachte datamodel of procedure worden geïmplementeerd?
- 3c. Hoe functioneert het geïmplementeerde datamodel of procedure? Welke eisen stelt het datamodel of procedure aan de invoer?
- 4a. Welke gegevens zijn er beschikbaar?
- 4b. Zijn deze gegevens direct te gebruiken of moeten de gegevens worden voorbewerkt?
- 4c. Welke geometrische veranderingen in de tijd zijn er opgetreden?
- 4d. Welke thematische veranderingen in de tijd zijn er opgetreden?

1.5 Leeswijzer

Elk hoofdstuk begint met een kleine introductie. Deze introductie bevat een opsomming van de onderwerpen die in dat hoofdstuk aan bod komen en geeft de relatie van dit hoofdstuk met de andere hoofdstukken. In de tekst worden regelmatig Engelstalige begrippen gebruikt. Een nieuw Engelstalig begrip heeft altijd de Nederlandse vertaling tussen haakjes erachter staan. Na introductie van een Engelstalig begrip, wordt deze bekend verondersteld en gebruikt zonder de Nederlandse vertaling nog eens te noemen.

De hoofdstukken 2, 3 en 4 bevatten achtergrondinformatie en zijn het resultaat van literatuurstudie. In hoofdstuk 2 zijn de kenmerken van een monitoringsysteem uitgewerkt en worden de voor monitoring belangrijke begrippen geometrie en tijd uitgewerkt. Hoofdstuk 2 behandelt hiermee onderzoeksvragen 1a en 1b. Hoe veranderingen in de tijd van geometrie en thematiek vastgelegd worden in een database, is beschreven in hoofdstuk 3. Dit hoofdstuk geeft verschillende mogelijkheden om multi-temporele gegevens op te slaan. Tevens licht dit hoofdstuk de traditionele manier van werken met snapshots toe. Hiermee behandelt dit hoofdstuk de onderzoeksvragen 1c, 2a, 2b en 3a. Aan visualisatie van veranderingen die opgeslagen liggen in een datamodel wordt aandacht besteed in hoofdstuk 4.

Materiaal, methoden en resultaten van dit onderzoek zijn te vinden in de hoofdstukken 5, 6 en 7. Voor het beantwoorden van onderzoeksvraag 2b moest er een keuze worden gemaakt voor één van de in hoofdstuk 3 beschreven datamodellen. De beschikbare gegevens zijn echter niet volgens één van de hier genoemde datamodellen geïmplementeerd. De gegevens zijn beschikbaar in de

vorm van topografische vectorbestanden die snapshotinformatie bevatten. Er is daarom gekozen voor het werken met de traditionele benadering, waarbij veranderingen worden opgespoord met een vectoroverlay. Hoofdstuk 5 beschrijft de beschikbare gegevens en neemt de traditionele vectoroverlaytechniek nader onder de loep, waarmee ook dieper wordt ingegaan op onderzoeksvraag 1c. Om resultaten binnen dit onderzoek te kunnen verifiëren introduceert hoofdstuk 5 nog een referentiedataset die dit mogelijk maakt. Hiermee is in hoofdstuk 5 onderzoeksvraag 4a behandeld. Een traditionele overlay spoort alleen thematische veranderingen op en bevat veel ruis. Hoofdstuk 6 beoordeelt daarom de toepasbaarheid binnen dit onderzoek van de monitoringsprocedure MonGis, waarmee onderzoeksvraag 2a en 2b verder worden uitgewerkt. MonGis is een recentelijk ontwikkelde procedure die op basis van geometrische eigenschappen ruis van werkelijke thematische veranderingen kan onderscheiden. Opgespoorde geometrische veranderingen zijn in het eindresultaat moeilijk terug te vinden en topologische veranderingen vormen voor MonGis een probleem. Met MonGis als inspiratiebron is daarom besloten een nieuwe procedure te ontwikkelen, gericht op het vinden van geometrische veranderingen. Hiermee wordt dus definitief onderzoeksvraag 2b beantwoord. Hoofdstuk 7 beschrijft de binnen dit onderzoek ontwikkelde GeoStaF-procedure. Uitgangspunten, implementatie en resultaten van de GeoStaF-procedure komen binnen dit hoofdstuk aan de orde. Hoofdstuk 7 behandelt de onderzoeksvragen 3b, 4b, 4c en 4d.

Hoofdstuk 8 sluit af met conclusies die volgen uit voorgaande hoofdstukken en enige aanbevelingen voor verder onderzoek. Met de conclusies zijn alle onderzoeksvragen beantwoord.

De digitale bestanden die binnen dit onderzoek zijn gebruikt of gecreëerd zijn te vinden op de bijgevoegde Cd-rom.

2 MONITORING

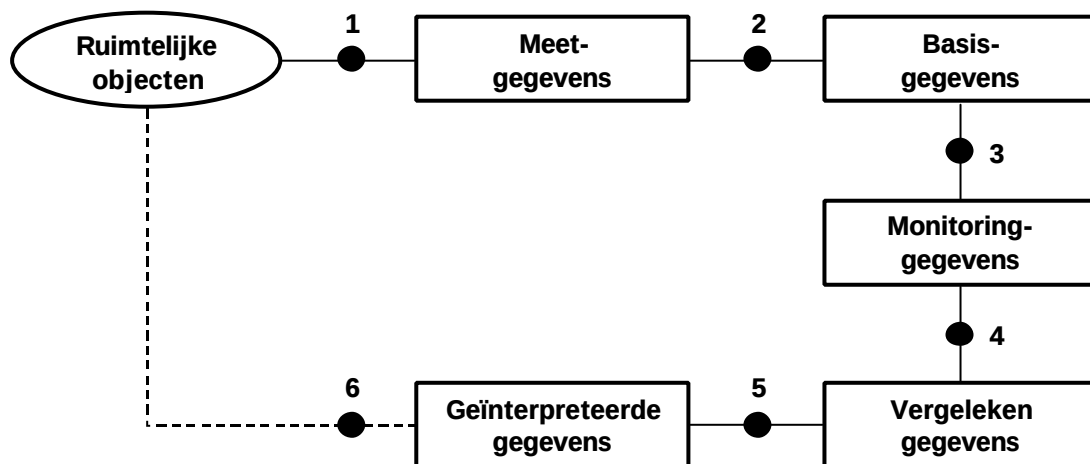
Het accent van dit onderzoek ligt bij het opsporen van thematische en geometrische veranderingen in het landschap. Veranderingen opsporen is alleen mogelijk wanneer voor minimaal twee tijdstippen gegevens zijn ingewonnen van een zelfde gebied en deze met elkaar vergeleken kunnen worden. Paragraaf 2.1 beschrijft de kenmerken van een monitoringsysteem, die dit alles mogelijk maakt. Welke stappen binnen het monitoringproces te onderscheiden zijn en welke functies een monitoringsysteem kan vervullen, komen in deze paragraaf aan bod. Paragraaf 2.2 gaat dieper in op het begrip geometrie en geeft aan welke geometrische veranderingen er kunnen optreden. Wat tijd betekent, wat de invloed is van tijd en hoe tijd in een database kan worden opgenomen, staat beschreven in Paragraaf 2.3.

2.1 Wat is monitoring

Landschapsmonitoring is een activiteit waarbij in de tijd, dat wil zeggen herhaald, op systematische wijze kenmerken van het landschap worden beschreven en vergeleken [Dijkstra & Roos-Klein Lankhorst, 1995].

Aangepast naar Van den Berg et al. [1996] worden binnen het monitoringproces de volgende activiteiten onderscheiden (zie Figuur 2-1):

1. inwinning;
2. verwerking;
3. specifieke verwerking;
4. vergelijking;
5. interpretatie;
6. verklaring en bijsturing.



Figuur 2-1 Het proces van monitoring [Naar: Van den Berg et al., 1996]

De inwinning (1) betreft het verkrijgen van gegevens over de werkelijkheid. De ingewonnen gegevens worden aangeduid als meetgegevens. Vervolgens worden de meetgegevens verwerkt (2) om een bepaald type informatie te verkrijgen. Gegevens die deze informatie weergeven worden basisgegevens of eerste orde gegevens genoemd. Het direct gebruik van deze eerste orde gegevens is in een groot aantal monitoringvraagstukken niet mogelijk. De gegevens moeten daartoe veelal opnieuw worden verwerkt. Deze specifieke verwerking (3) levert monitoringgegevens, ook wel tweede orde gegevens genoemd, op voor een bepaald tijdstip. Deze tweede orde gegevens worden vergeleken (4) met naar inhoud vergelijkbare gegevens van een eerder tijdstip. De laatstgenoemde gegevens worden zodanig geïnterpreteerd (5) dat de gebruiker van het systeem zicht krijgt op de veranderingen. Bij de laatste activiteit kan een verklaring (6) worden gezocht voor de

gevonden veranderingen. Eventueel kunnen de gevonden veranderingen en de verklaringen hiervoor een rol spelen in de bijsturing van beleid.

Binnen dit onderzoek zijn de inwinning en eerste verwerking van meetgegevens reeds gedaan door de Topografische Dienst in de vorm van topografische kaarten (zie paragraaf 5.1). Deze topografische kaarten vormen de basisgegevens. De verdere verwerking van deze basisgegevens tot monitoringgegevens, de vergelijking van deze gegevens over verschillende jaren en de interpretatie van deze vergeleken gegevens staat centraal.

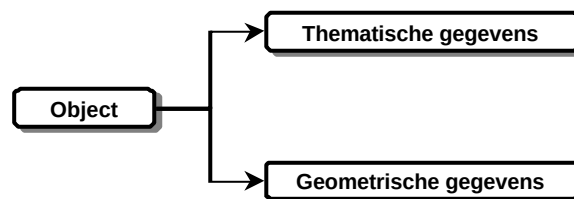
Over het algemeen worden drie functies van monitoring onderscheiden [Janssen et al., 1983]:

- *Signaleren*, ontwikkelingen in het landschap worden geregistreerd op zodanige wijze dat deze ontwikkelingen lokaliseerbaar zijn in de ruimte en dateerbaar zijn in de tijd;
- *Voorspellen*, uitspraken over de te verwachten ontwikkelingen in het landschap worden gedaan. Evenals bij de signalering moeten deze voorspellingen lokaliseerbaar zijn in de ruimte en dateerbaar zijn in de tijd.
- *Controleren*, voorspelde ontwikkelingen in het landschap worden getoetst aan de waargenomen ontwikkelingen.

Het binnen dit onderzoek te ontwikkelen monitoringsysteem dient vooral een signalerende functie te vervullen. Voorspellen en controleren zijn functies die eventueel later toegevoegd kunnen worden.

2.2 Geometrie

Een vectorstructuur presenteert objecten met behulp van hun lineaire karakteristieken. Hierbij worden geometrische elementen als punten, lijnen en vlakken (polygonen) gebruikt, zoals die ook op kaarten voorkomen. Kenmerkend voor een vectorstructuur is dat de liggingsgegevens van de objecten (geometrie) gescheiden worden opgeslagen van de thematische gegevens [Hendriks & Ottens, 1997]. Van Lammeren [1997] geeft aan dat over zowel de thematische als de geometrische gegevens iets valt te zeggen met betrekking tot hun kwaliteit. Van beide typen gegevens is tevens een tijdsreferentie te geven. Ook het object zelf is niet tijdloos, maar kan geplaatst worden op een bepaald moment in de tijd. Verder valt er ook over het object zelf iets te zeggen met betrekking tot de kwaliteit.



Figuur 2-2 Objectgestructureerde gegevensopslag

Over het algemeen worden vijf kwaliteitscomponenten onderscheiden, die zijn vastgelegd als onderdeel van de Spatial Data Transfer Standard (SDTS) [Veregin, 1999]:

- *Oorsprong*: opsomming van bronmaterialen en operaties en transformaties die zijn uitgevoerd om tot het eindproduct te komen.
- *Positionele nauwkeurigheid*: beschrijving van de nauwkeurigheid van de ruimtelijke component. In een vectorstructuur beschrijft de positionele nauwkeurigheid de mate waarin de geometrische gegevens in de database overeenkomen met de geometrische kenmerken van het object in de werkelijkheid.
- *Attribuut nauwkeurigheid*: uitspraken met betrekking tot de nauwkeurigheid van niet-ruimtelijke componenten (thematische kenmerken). De mate waarin de attribuutwaarden in de database overeenkomt met de werkelijke waarden.
- *Logische consistentie*: betreft de interne consistentie van de database. Veel tegenstrijdigheden in de database kunnen voorkomen worden door regels op te stellen waaraan elk object of ge-

ometrisch- of thematisch gegeven moet voldoen (bijv. polygonen moeten begrensd zijn door lijnen). Deze regels zorgen dan voor een hoge consistentie.

- *Volledigheid*: refereert aan de relatie tussen de objecten in de database en de abstracte werkelijkheid. Selectiecriteria, definities en andere regels die gehanteerd worden bij de productie van kaarten.

Geometrische informatie omvat een aantal verschillende aspecten [Hendriks & Ottens, 1997]:

- *Locatie en oriëntatie* zijn uitdrukbaar indien een coördinatensysteem als referentie gebruikt wordt. Hierin worden de posities van punten in de vorm van coördinatenparen weergegeven. De oriëntatie van segmenten worden daarin uitgedrukt in de vorm van de hoeken die de segmenten maken met één van de coördinaatassen, bijvoorbeeld de y-as.
- *Vorm en grootte* van figuren kunnen worden weergegeven zonder referentie naar een coördinatensysteem. Deze kenmerken zijn afleidbaar uit de lengtes van segmenten waaruit de figuren zijn opgebouwd en uit de hoeken die de segmenten onderling maken.
- De *Topologie* betreft relaties tussen geometrische figuren die kunnen worden beschreven zonder verdere kennis over locatie, oriëntatie, vorm en grootte. Het betreft hier relaties als 'liggen in', 'grenzen aan', 'doorsnijden', enzovoorts.

Locatie en oriëntatie van vlakobjecten zijn in een landschap relatief statische eigenschappen. Alleen over duizenden jaren bekeken verandert de loop van bijvoorbeeld de Rijn en daarmee zijn locatie en oriëntatie. Op kortere termijn (enkele tientallen jaren) kan de locatie van zandplaten in de Waddenzee veranderen of kan een zandverstuiving zich verplaatsen, maar in gebieden waar de mens woont en de kost moet verdienen zijn dergelijke continue veranderingen op korte termijn niet terug te vinden. Vlakobjecten in het Nederlandse landschap veranderen meestal door menselijk ingrijpen, waardoor de veranderingen vaak radicaal van aard zijn. Een perceel grasland met één meter verbreden loont voor een boer de moeite niet. Hij voegt liever meteen een aantal percelen samen. Twee of meer oude vlakobjecten gaan dan op in een groter geheel, waarbij een nieuw groter object ontstaat. Er zal wel een topologische relatie in de tijd bestaan tussen de nieuwe en de oude vlakobjecten. Veranderingen in vorm en grootte komen veel duidelijker naar voren bij lijnelementen. Een houtwal die slecht wordt onderhouden zal langzaam maar korter worden en uiteindelijk alleen nog bestaan uit hier en daar een verwilderde struik of boom.

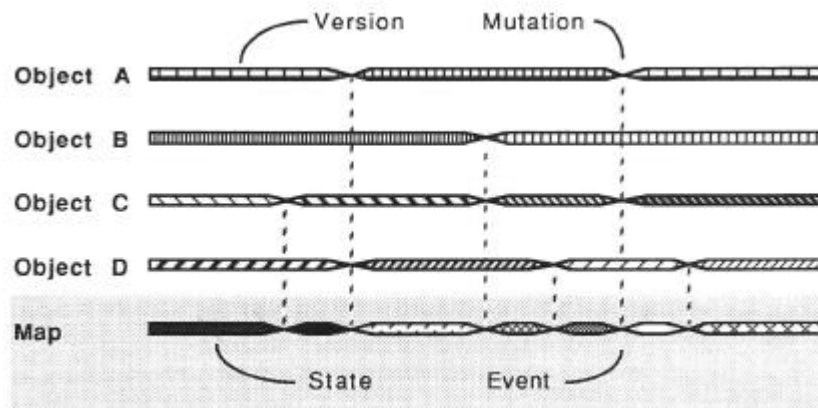
2.3 Tijd

Tijd en ruimte lijken twee basale begrippen, die vaak als vanzelfsprekend worden ervaren. Een eenduidige betekenis voor beide begrippen valt echter niet te geven. Sinds mensenheugenis wordt er over de betekenis van tijd gefilosofeerd.

Peuquet [2000] besteedt ruime aandacht aan de betekenis van de begrippen tijd en ruimte. Aristoteles had een visie op tijd en ruimte, die bijna tweeduizend jaar overheerste. De locatie in de ruimte is volgens Aristoteles een eigenschap van materiële objecten. Ruimte is hierbij eindig, terwijl tijd oneindig is. Een lege ruimte bestaat niet. Tijd vormt de eenheid van beweging. Newton introduceerde een nieuwe kijk op tijd en ruimte. Hij zag ruimte en tijd als achtergrond waarop de dynamiek van fysieke objecten kan worden gemeten, niet als meetbare innerlijke eigenschappen van fysieke objecten zelf. Een bewegend object heeft een pad door ruimte in tijd. Hierbij zijn tijd en ruimte twee afzonderlijke dimensies. Newton's visie domineerde binnen de wetenschap tot het begin van de twintigste eeuw toen Einstein een visie op tijd en ruimte aannam die tijd en ruimte met elkaar verenigt. Tijd vormt de vierde dimensie in een vierdimensionale "ruimte", met x , y , z en t als assen, waarbij t de tijd voorstelt. Onze huidige cultuur ziet tijd als een lijn zonder eindpunten die zich oneindig uitstrekt naar het verleden en naar de toekomst.

Het heeft volgens Langran [1992] geen zin lang te debatteren over wat tijd is. De aandacht moet gericht worden op de effecten van tijd. Wanneer een eigenschap van een object in de tijd verandert dan wordt dit object getransformeerd van de ene versie (versie) in de volgende. Deze transformatie wordt dan mutation (mutatie) genoemd. Iedere mutation van een object leidt tot een transformatie van de state (toestand) van een map (plattegrond) naar een nieuwe state. De

transformatie van de plattegrond wordt een event (gebeurtenis) genoemd. Een state heeft een tijdsduur en wordt daarom gerepresenteerd door tijdsintervallen [Langran, 1992] (Zie Figuur 2-3).



Figuur 2-3 Relaties van object tot map (plattegrond), mutation (mutatie) tot event (gebeurtenis) en version (versie) tot state (toestand) [Langran, 1992]

In bovenstaande figuur van Langran worden de mutations en events weergegeven als punten op een tijdlijn. Dit impliceert dat een verandering altijd radicaal van aard is. Dit is in de praktijk natuurlijk niet altijd het geval. Neem bijvoorbeeld een bomenrij. Wanneer er op een dag wordt besloten alle bomen te kappen, dan is dit een radicale ingreep die de hele bomenrij in één keer doet verdwijnen. Wordt er iedere week één boom gerooid, dan zal na vele weken de bomenrij ook verdwijnen. Deze verdwijning komt dan geleidelijk tot stand.

Afhankelijk van de resolutie die gebruikt is voor de tijdsdimensie is achteraf vaak toch de ware aard van de verandering af te lezen. Tijd is een continu fenomeen dat voor het gemak in de praktijk wordt opgebroken in discrete eenheden. Inventarisatie in het veld wordt vaak eens in de zoveel tijd uitgevoerd. Wanneer er in het voorbeeld slechts één keer per jaar wordt geïnventariseerd, dan is niet te achterhalen of de verdwijning van de bomenrij radicaal of geleidelijk tot stand is gekomen. De verdwijning van de bomenrij zal nu als radicaal worden ervaren. Wordt er een eenheid gebruikt van één week, dan wordt in het systeem iedere week een verandering geregistreerd. De bomenrij wordt namelijk iedere week een stuk korter. Worden na een jaar de verzamelde gegevens vergeleken, dan kan achteraf worden vastgesteld dat de verdwijning van de bomenrij een geleidelijk proces was, dat vele weken in beslag nam. Elkaar opvolgende events of mutations worden gegroepeerd tot een cluster, dat dan een episode wordt genoemd. Hoe kleiner de eenheden van de tijdsdimensie worden gekozen, hoe dichter de werkelijkheid wordt benaderd. Overigens kunnen elkaar opvolgende events of mutations die geen cluster vormen nog wel een regelmaat vertonen, die ook interessant kan zijn om te registreren. Zo kan bijvoorbeeld de invloed van het jaargetijde veranderingen veroorzaken die ieder jaar weer terugkomen. Denk maar aan het afvallen van blad in de herfst.

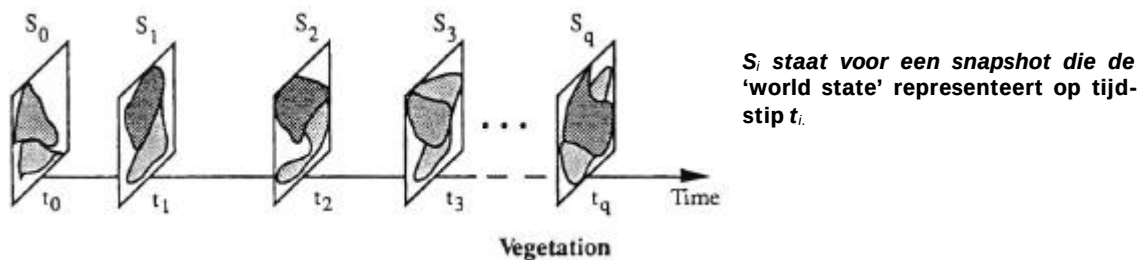
Wanneer de tijdcomponent opgenomen wordt in een databasesysteem is het belangrijk te beseffen dat er een verschil is tussen het moment waarop een event plaatsvindt in de werkelijkheid en het moment waarop deze wordt opgenomen in de database. Langran [1992] introduceert de begrippen world time (wereldtijd) en database time of transaction time (databasetijd) en pleit ervoor beide op te nemen in de database. Dit voorkomt dat de kijk op de wereld op een zeker databasetijdstip verloren gaat, wanneer nieuwe inzichten tot andere gegevens leiden. Zo worden er op plattegronden wel wegdelen opgenomen waarvan men verwacht dat die in het volgende jaar gerealiseerd zullen zijn. Een jaar later kan het hele plan van wegaanleg wel in de prullenbak zijn beland en ligt er dus geen weg. Deze nieuwe informatie kan nu ingevoerd worden met dezelfde world time, maar een latere database time, waardoor de eerdere visie niet verloren gaat. Het tijdstip waarop een object verandert (world time) kan ook nog afwijken van het tijdstip waarop de verandering wordt gemeten. Candy [1995] spreekt daarom ook nog over de measure time (meet-tijd). De world time kan vaak geschat worden aan de hand van de measure time.

3 MULTI-TEMPORELE DATAMODELLEN

Hoofdstuk 2 beschrijft de kenmerken van een monitoringsysteem en werkt de begrippen geometrie en tijd uit. Om erachter te komen hoe met deze begrippen in een database wordt omgegaan, beschrijft hoofdstuk 3 verschillende datamodellen. Deze datamodellen zijn ingedeeld naar veld- en objectbenaderingswijzen en een benaderingswijze met tijd als uitgangspunt. Paragraaf 3.1 begint met een bespreking van traditionele snapshots. Paragraaf 3.2 beschrijft de variable-length list. Paragraaf 3.3 beschrijft de concepten: amendments, space-time composite, 4-dimensional space-time en object-oriented. Tenslotte bespreekt paragraaf 3.4 de concepten time-line en event-list. Hoe met één van de concepten veranderingen weergegeven kunnen worden is onderwerp van het volgende hoofdstuk.

3.1 Traditionele benadering

Vrijwel alle in gebruik zijnde geografische informatiesystemen zijn ontwikkeld om een statische weergave van de werkelijkheid te kunnen geven. Van oudsher worden hiervoor twee typen datamodellen gebruikt: het vector-datamodel en het raster-datamodel. Op conceptueel niveau wordt er gesproken van de objectbenadering en de veldbenadering. De object-benadering identificeert objecten in het terrein, waarvan vervolgens thematische en geometrische kenmerken worden vastgelegd [Hendriks & Ottens, 1997]. Deze benadering wordt meestal weergegeven in een vector-datamodel. De veldbenadering kijkt vanuit een aantal locaties naar de attribuutwaarden van de verschijnselen op die locaties [Hendriks & Ottens, 1997]. Deze benadering wordt meestal weergegeven in een raster-datamodel.

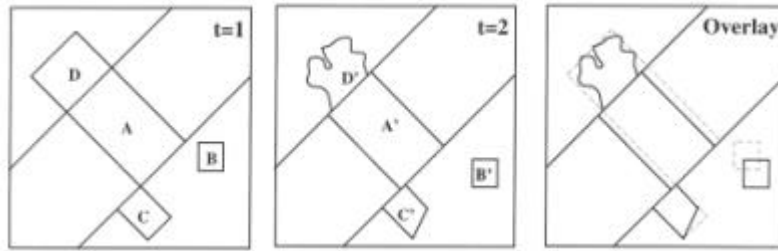


Figuur 3-1 De Snapshot-benadering [Peuquet & Duan, 1995]

Om de dynamiek van de tijd te tonen worden meerdere bestanden gevuld van verschillende snapshots (momentopnames). Door deze bestanden vervolgens met elkaar te vergelijken worden veranderingen opgespoord (zie Figuur 3-1). De temporele afstand tussen snapshots hoeft hierbij niet gelijk te zijn. Deze **snapshot-benadering** is zowel binnen de raster- als de vectoromgeving toepasbaar, maar heeft een aantal nadelen [Peuquet, 1999]. Zo werkt ten eerste de benadering redundantie in de hand, omdat bij iedere verandering die optreedt een nieuw bestand wordt aangemaakt die informatie over het gehele gebied bevat. Ten tweede liggen de opgetreden veranderingen impliciet opgeslagen, hetgeen betekent dat ze alleen kunnen worden opgespoord via een cel bij cel (of vector bij vector) vergelijking van naburige snapshots. Dit proces kan veel tijd kosten. Sommige belangrijke veranderingen worden niet gedetecteerd, omdat deze slechts korte tijd hebben geduurd tussen twee snapshots in. Een derde probleem vormt het exacte moment waarop een verandering heeft plaatsgevonden. Dit exacte moment van individuele veranderingen kan met deze benadering niet worden vastgesteld.

In de praktijk worden snapshots met elkaar vergeleken waarvan de informatie onafhankelijk van elkaar is ingezameld. Veranderingen worden vervolgens opgespoord met de zogenaamde overlaytechniek. Minimale verschillen, ontstaan door bijvoorbeeld meetfouten in het veld, worden op deze manier gezien als veranderingen (zie Figuur 3-2).

Het op verschillende tijdstippen onafhankelijk van elkaar verzamelen van informatie veroorzaakt ruis, maar heeft als voordelen dat fouten uit het verleden niet doorwerken naar latere tijdstippen en dat er altijd gebruik kan worden gemaakt van de meest actuele middelen en technieken.

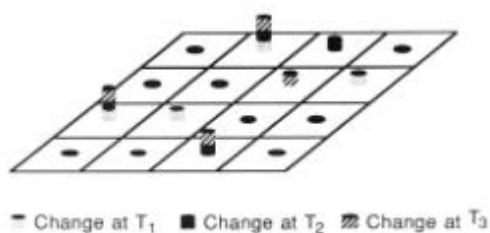


Figuur 3-2 Verandering of ruis bij de overlayoperatie [De Zeeuw et al., in prep.]

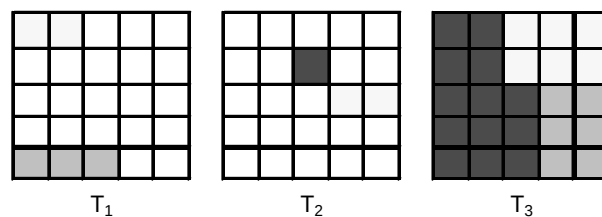
Een oplossing voor de redundantie- en ruisproblemen lijkt te liggen in het ontwikkelen van een nieuw datamodel waarin de tijd een onderdeel vormt. Elke verandering wordt dan in hetzelfde model en dus in dezelfde database opgeslagen. Berekeningen in de tijd kunnen dan op dit model uitgevoerd worden [Van der Meer & Molenaar, 1995]. Verschillende mogelijkheden voor een dergelijk gegevensmodel zijn al veel beschreven [Langran, 1992; Peuquet & Duan, 1995; Peuquet, 1999]. Net als de traditionele modellen zijn deze in te delen naar de veld- en objectbenaderingswijzen en naar een benaderingswijze met tijd als uitgangspunt. Peuquet [1999] stelt dat elk van deze benaderingen zijn eigen meerwaarde heeft en streeft daarom naar een systeem die deze benaderingen combineert.

3.2 Veldbenadering

Naast de eerder genoemde **snapshots** beschrijft Langran [1992] een ander datamodel dat onder de veldbenadering valt. In plaats van het koppelen van één enkele waarde aan een enkele pixel wordt er een **variable-length list** (lijst van variabele lengte) aan elke pixel verbonden (zie Figuur 3-3). Een thematische verandering op een gegeven locatie wordt toegevoegd aan het begin van de lijst voor die locatie. Het 'heden' (d.w.z. meest recente opname) voor een heel gebied ligt als eerste waarde opgeslagen in alle lijsten. Deze representatie heeft als voordeel dat alleen de veranderingen gerelateerd aan specifieke locaties worden opgeslagen en dat het opslaan van redundante informatie wordt vermeden [Peuquet & Duan, 1995].



Figuur 3-3 Variable-length list [Langran, 1992]



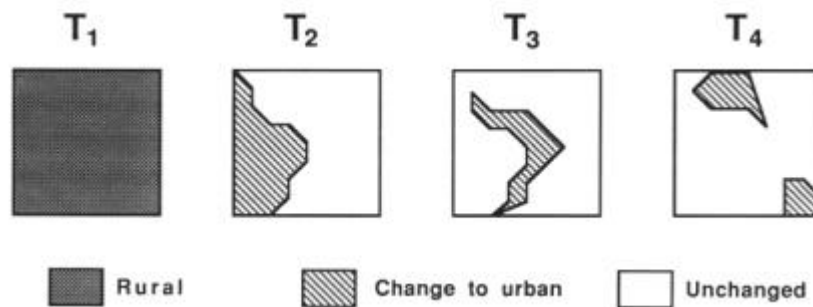
Figuur 3-4 Raster updatemodel [Naar: Candy, 1995]

Binnen de huidige software is het mogelijk om verschillende kaartlagen slechts gedeeltelijk te vullen. Elke laag bevat dan thematische veranderingen voor een bepaald tijdstip en bestaan dan uit afzonderlijke rasters van gelijke resolutie (zie Figuur 3-4).

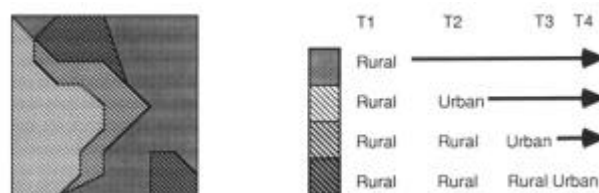
3.3 Objectbenadering

Met de objectbenadering als uitgangspunt zijn meerdere voorstellen gedaan, waarvan de meeste een uitbreiding zijn van het reeds bestaande vectordatamodel [Peuquet & Duan, 1995]. Deze modellen volgen veranderingen in de geometrie met behulp van **amendments** (toevoegingen). Ver-

anderingen in de geometrie van entiteiten ten aanzien van een initieel moment in de tijd worden ingevoerd als toevoegingen op de originele entiteiten (zie Figuur 3-5). Langran introduceerde de eerste van dit soort modellen.

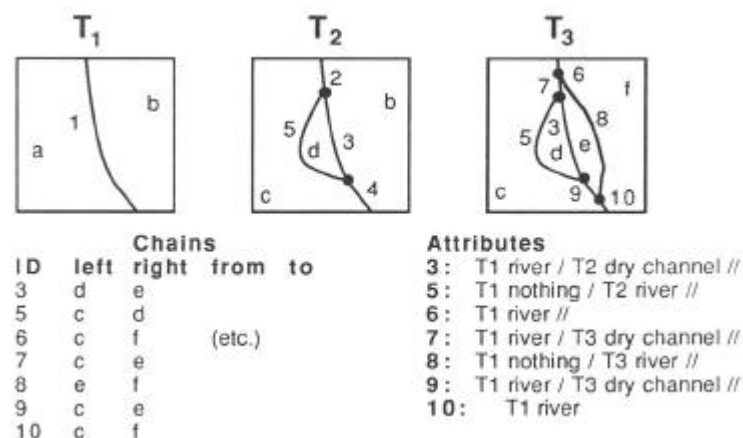


Figuur 3-5 Beginsituatie met amendments die de groei van een stad weergeven [Langran, 1992]



Figuur 3-6 Een space-time composite (samengestelde weergave) die de groei van een stad weergeeft [Langran, 1992]

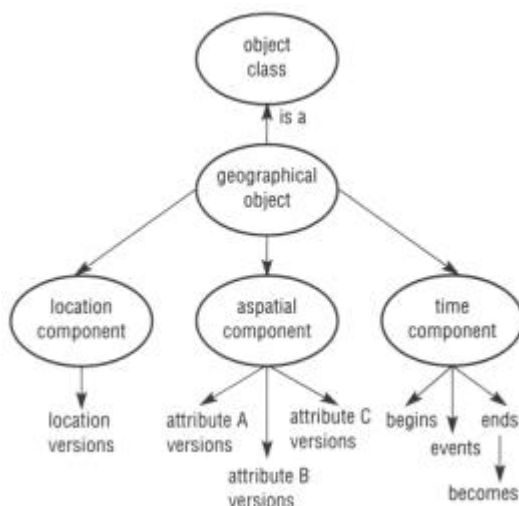
Met de beginsituatie en de amendments van Figuur 3-5 als uitgangspunt kan een **space-time composite** (samengestelde weergave) worden gecreëerd [Langran, 1992]. Elke verandering zorgt voor een verfijning van de oorspronkelijke situatie. Er ontstaan namelijk steeds kleinere fragmenten die ieder een eigen voorgeschiedenis hebben (zie Figuur 3-6). Elke keer dat een polygoon in tweeën wordt gesplitst, wordt de oude polygoon vervangen door twee nieuwe polygonen met nieuwe identificatie. In de database is historische attribootinformatie terug te vinden in een geordende lijst van records die aan iedere polygoon is gekoppeld. Een record bevat een attribootset en het tijdstip waarop deze attribootset geldig is. Om een momentweergave op te roepen, wordt de historische lijst van elke polygoon doorgelopen om de attribootset van het gewenste tijdstip op te sporen. Langran [1992] geeft ondanks de verfijning de voorkeur aan deze composite benadering, omdat met deze benadering het gehele gebied wordt beschreven. Dit maakt het opstellen van procedures mogelijk die invoerfouten voorkomen. Het creëren van space-time composites die lijnvormige entiteiten weergeven is ook mogelijk (zie Figuur 3-7). De attribootwaarden zijn nu gekoppeld aan lijnen en knooppunten in plaats van aan polygonen.



Figuur 3-7 Een space-time Composite die de veranderingen in de loop van een rivier weergeeft [Langran, 1992]

Hazelton introduceert het **4-dimensional space-time** [Peuquet & Duan, 1995]. Tijd wordt in deze benadering gezien als een dimensie (gelijk aan de x-, y- en z-as) in een 4-dimensionale ruimte, waarbij de t-as de positie van een object op een bepaald tijdstip geeft. Wanneer objecten bewegen in de tijd, kan hun beweging worden getraceerd met nieuwe geometrische elementen als wereldlijnen, wereldvlakken, wereldveelvlakken. In een vereenvoudigde 3-dimensionale ruimte (x, y en t) wordt een punt dat beweegt in de tijd een lijn. Een lijn wordt een vlak en een polygoon wordt een veelvlak. Informatie ophalen uit een dergelijke 3-dimensionale ruimte bestaat uit het vinden van coördinaten van een punt, het volgen van een vector, het maken van een doorsnede of het selecteren van een kleinere ruimte [Langran, 1992].

De hierboven beschreven benaderingen zijn gebaseerd op het gebruikelijke vector-datamodel. Dit betekent dat objecten uit de werkelijkheid worden gerepresenteerd door punten, lijnen of vlakken. Wordt er een tijdselement toegevoegd aan een dergelijk model, dan zal de identiteit van het in werkelijkheid voorkomende object verloren gaan. Na het optreden van een verandering maakt het oude object (punt lijn of vlak) immers plaats voor één of meer nieuwe objecten met een eigen identificatie (met overeenkomstige voorgeschiedenis).



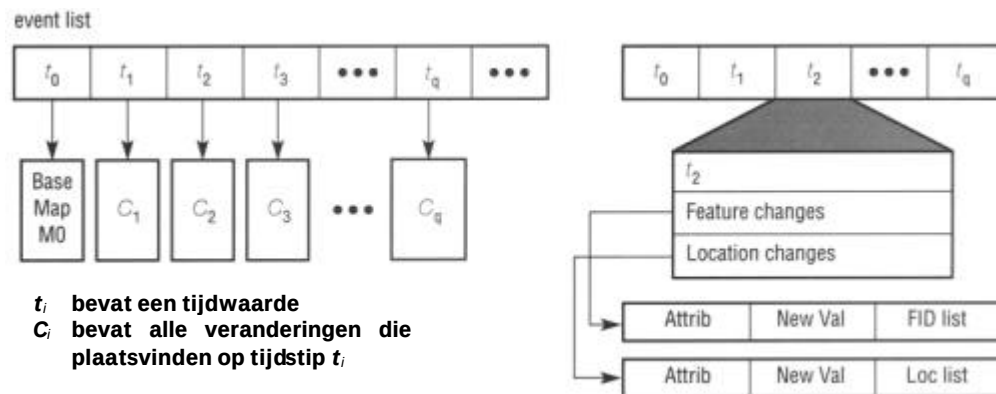
Figuur 3-8 Voorbeeld van een objectgeoriënteerde benadering [Peuquet, 1999].

Er worden ook pogingen gedaan om de in de programmeeromgeving populaire **object-oriented** benadering (objectgeoriënteerde benadering) binnen GIS toe te passen. Hierbij worden alle componenten die een zeker 'ding' definiëren, wat dit dan ook mag zijn, als een integraal pakket opgeslagen [Peuquet, 1999] (zie Figuur 3-8). Dit staat bekend als encapsulation (inkapseling). Een ander belangrijk element van deze benadering is inheritance (overerving). Objecten kunnen eigenschappen overerven van andere objecten die hoger in de hiërarchie staan. Het voordeel van een dergelijke benadering is dat elk object een unieke identificatie krijgt, voor de gehele levensduur van dat object. Dit ongeacht de veranderingen die dat object gedurende die levensduur ondergaat. Bovendien kunnen in een dergelijk model complexe relaties tussen objecten bestaan. Regels voor het opsplitsen of samenvoegen van entiteiten kunnen worden opgeslagen als onderdeel van de definitie van de entiteit of entiteitsklasse [Peuquet, 1999].

3.4 Tijdbenadering

Peuquet en Duan [1995] ontwikkelden een methode, waarbij tijd de basis vormt voor het volgen van veranderingen. Zij plaatsen events op een 1-dimensionale **time-line** (tijdlijn) (zie Figuur 3-9). In feite wordt hier de topologie van de tijd expliciet opgeslagen. Gekoppeld aan tijdstip t_0 wordt de initiële toestand opgeslagen (world state). Iedere keer dat er vervolgens iets verandert, wordt

het tijdstip waarop deze verandering heeft plaatsgevonden (of wanneer deze verandering wordt waargenomen) toegevoegd aan het eind van de event-list (t_1 , t_2 enz.). Aan deze 'locaties' op de tijdlijn gekoppeld, worden alleen de veranderingen opgeslagen. Deze veranderingen kunnen ge-relateerd zijn aan locaties, objecten of allebei.



Figuur 3-9 Veranderingen geordend als een functie van de tijd [Peuquet, 1999]

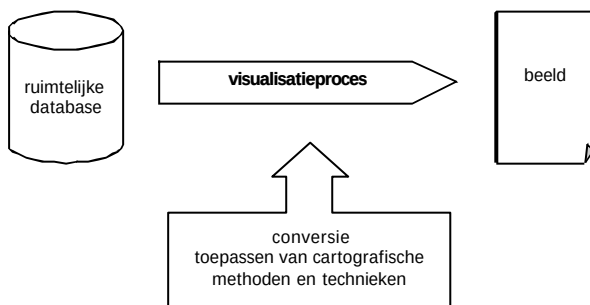
Een time-line kan gegevens op elke tik van de klok opnemen, maar kan ook alleen iets opnemen wanneer er een verandering heeft plaatsgevonden. Je krijgt dan een **event-list**, waarin alleen belangrijke veranderingen zijn terug te vinden. Omdat veranderingen ook geleidelijk kunnen plaatsvinden (in een episode) moeten er vooraf regels worden opgesteld die aangeven hoe groot een verandering moet zijn of hoelang deze verandering moet duren voordat deze wordt opgenomen.

4 VISUALISATIE

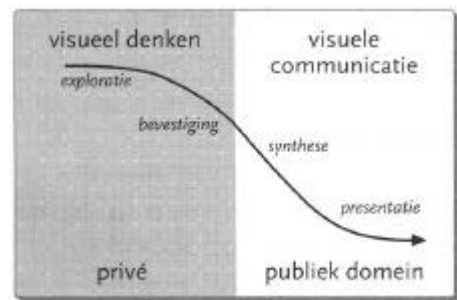
De Hoofdstukken 2 en 3 bespreken hoe een monitoringsysteem veranderingen opspoorde en hoe veranderingen vervolgens opgeslagen kunnen worden in een database. Hoofdstuk 4 besteedt aandacht aan de visualisatie van deze veranderingen. Paragraaf 4.1 beschrijft het visualisatieproces, terwijl paragraaf 4.2 een overzicht geeft van verschillende mogelijkheden voor het weergeven van veranderingen. Hierbij komen de volgende mogelijkheden aan bod: enkele kaart, serie momentopnames, dubbel beeld, veranderingskaart, ruimte-tijd aggregatie, animatie en tijd als derde dimensie.

4.1 Het visualisatieproces

Visualiseren betekent letterlijk zichtbaar maken. Wanneer we het hebben over visualisatie binnen geografische informatiesystemen, dan gaat het om het zichtbaar maken van ruimtelijke informatie die opgeslagen ligt in een database. Dit kan op verschillende manieren, maar binnen geografische informatiesystemen worden meestal kaartbeelden gecreëerd. Kraak [1998] omschrijft het visualisatieproces als een vertaling of conversie van ruimtelijke gegevens uit een database in beelden (zie Figuur 4-1). Ruimtelijke gegevens worden ingewonnen, opgeslagen, gemanipuleerd en gevisualiseerd voor specifieke toepassingen. Visualisatie kan hierbij plaatsvinden binnen elke fase. Bij het visualisatieproces worden cartografische methoden en technieken gebruikt, die kunnen worden beschouwd als een soort grammatica voor het vervaardigen van beelden [Kraak, 1998].



Figuur 4-1 Het visualisatieproces [Kraak, 1998]



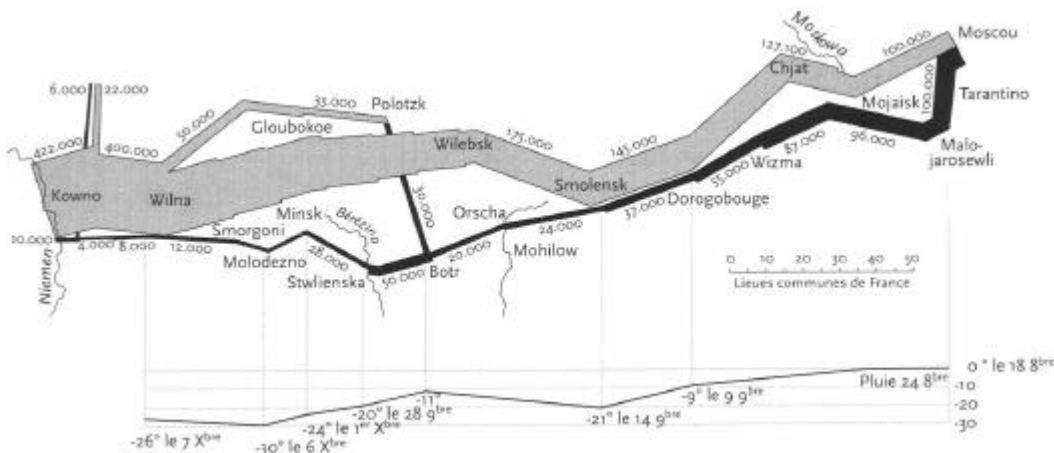
Figuur 4-2 Visualisatie: van 'private analysis' tot public communication' [DiBiase volgens Hendriks & Ottens, 1997]

Volgens Kraak wordt bij het visualisatieproces altijd een antwoord gezocht op de vraag: 'Hoe zeg ik wat tegen wie en gebeurt dit op een effectieve manier?' *Hoe* refereert aan de cartografische methoden en technieken. *Zeg ik* representeert degene die plaatjes en semantiek gebruikt om ruimtelijke gegevens weer te geven. *Wat* verwijst naar de ruimtelijke gegevens en de hierbij behorende karakteristieken, bijvoorbeeld of het gaat om kwalitatieve of kwantitatieve gegevens. *Wie* refereert aan de lezers van de kaart en het doel waarvoor de kaart is gemaakt. De producten die uit het visualisatieproces komen, dienen vervolgens te worden beoordeeld naar effectiviteit, *is dit effectief*.

De rol van visualisatie in het tijdperk van geografische informatiesystemen wordt door DiBiase gezien als een continuüm waarvan de twee uitersten twee verschillende situaties aangeven [Hendriks & Ottens, 1997] (zie Figuur 4-2). Analyse door de bewerker enerzijds en communicatie naar een groter publiek anderzijds. Voor analyse is interactie met de gegevens essentieel, waarbij de kaart als interface dient voor de bewerking van het bestand; in deze situatie zal men vooral onderzoekers die met GIS-programma's werken aantreffen. Bij het tweede uiterste wordt visualisatie gebruikt als vorm van communicatie. Alleen de voor het doelpubliek relevante gegevens, uitkomst van analyse en bewerkingen door de onderzoekers, worden getoond. Ook voor hen is interactie van belang, maar in mindere mate dan voor de ruimtelijk onderzoeker. De visualisatie is dan al min of meer voorgebakken.

4.2 Visualisatie van veranderingen

Veranderingen in de tijd visualiseren gebeurde traditioneel op een enkele kaart of op een serie momentopnames. Een klassiek voorbeeld van een **enkele kaart** is reeds gemaakt in 1861 door Minard (zie Figuur 4-3). Deze kaart laat de dramatische verliezen zien die Napoleon ondervond bij zijn tocht naar Moskou. De afgelegde route wordt weergegeven met een lijn. De grijze lijn geeft de heenreis aan, de zwarte de terugtocht. De dikte van de lijnen representeert het aantal manschappen dat hierbij betrokken is. Om aan te geven dat de verliezen van manschappen niet alleen het gevolg zijn van gevechten, laat een grafiek onder de kaart de temperatuur zien gedurende de terugtrekking uit Moskou.



Figuur 4-3 De veldtocht van Napoleon naar Rusland in één kaart [Minard volgens Hendriks & Ottens, 1997]

Alhoewel de kaart van Minard duidelijk is, hebben dergelijke kaarten de neiging om zo complex te worden dat ze moeilijk te lezen zijn. Ze hebben allen met elkaar gemeen dat symbolen of waarden gebruikt worden om veranderingen zichtbaar te maken.

Een enkele kaart opsplitsen in een **serie momentopnames** lijkt de complexiteit ten goede te komen [Kraak, 2000] (zie Figuur 4-4). De serie kaarten dient gelezen te worden als een verhaal. De individuele kaarten zullen minder complex zijn, maar voor de lezer is het wel moeilijk om de informatie, die op de verschillende kaarten te vinden is, met elkaar te combineren tot één gebeurtenis. Deze methode werkt alleen wanneer het aantal momentopnames beperkt blijft.

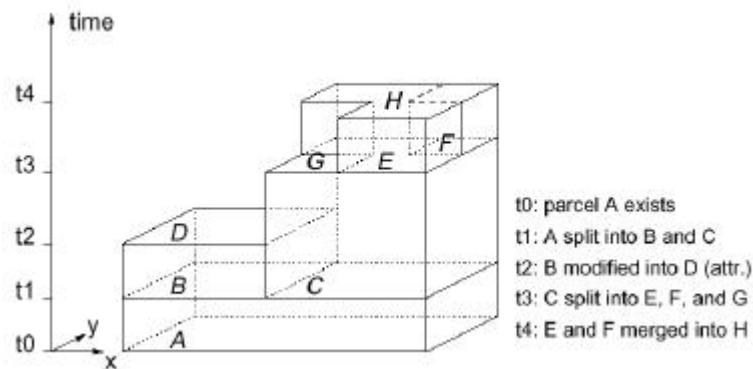


Figuur 4-4 Serie momentopnames van de stedelijke groei van Maastricht [Kraak, 2000]

In het huidige computertijdperk zijn de hierboven genoemde traditionele methoden nog steeds te gebruiken. Het resultaat kan getoond worden op het beeldscherm of uitgeprint worden. De computer biedt echter ook nieuwe (interactieve) visualisatiemogelijkheden, waarvan er een groot deel door Oosterom en Maessen [1997] zijn uitgewerkt. Op het beeldscherm kunnen twee momentopnames naast elkaar getoond worden (**dubbel beeld**), waarbij de gebruiker zelf kan bepalen welke twee momentopnames dat moeten zijn. Een andere mogelijkheid is om de computer de veranderde, nieuwe en verwijderde objecten binnen een specifiek tijdsinterval te laten projecteren over

een kaart (**veranderingskaart**). De tijdsinterval kan weer door de gebruiker worden ingesteld. Een veranderingsratio voor grotere gebieden kan gegeven worden, wanneer het aantal veranderde, nieuwe en verwijderde objecten geaggregeerd wordt voor grotere eenheden (**Ruimte-tijd aggregatie**). Zo kan dan bijvoorbeeld het aantal veranderingen in perceelindeling binnen een gemeentegrens worden gegeven.

Wanneer een serie momentopnames op chronologische volgorde in een snel tempo achter elkaar op het scherm worden getoond ontstaat een **animatie**. In een animatie ziet de toeschouwer veranderingen daadwerkelijk optreden. Zogenaamde dynamische variabelen zorgen voor een juiste interpretatie. MacEachren [1994] onderscheidt drie fundamentele dynamische variabelen, te weten duration (duur), rate of change (mate van verandering) en order (volgorde). De variabele duration bepaalt de tijdsduur dat er niets verandert op het scherm. De rate of change geeft aan hoe de verandering verloopt. Deze kan constant verlopen of variabel, snel of langzaam etc. De meest voor de hand liggende manier om tijdgerelateerde gegevens weer te geven, is in chronologische volgorde, maar het is ook mogelijk om een andere volgorde (order) te kiezen. De meest eenvoudige vorm van animatie is de 'slideshow'. Interactiemogelijkheden kunnen in de legenda ingebouwd worden [Kraak, 2000]. De legenda wordt dan onderdeel van de interface. Hoe deze legenda eruit moet zien hangt af van de eigenschappen van de temporele gegevens en van het type vragen dat het systeem moet kunnen beantwoorden.



Figuur 4-5 3D visualisatie van perceelveranderingen in de tijd [Oosterom en Maessen, 1997]

Een laatste mogelijkheid die Oosterom en Maessen [1997] noemen gebruikt **tijd als derde dimensie** (zie Figuur 4-5). Wanneer de 3-dimensionale ruimte van bovenaf wordt bekeken ziet de gebruiker de huidige situatie. Een horizontale doorsnede geeft de situatie op tijdstip t weer. Verticale doorsneden geven de gebruiker een idee over de veranderingen in de tijd.

5 TRADITIONELE OVERLAY

Na grondige literatuurstudie, die heeft geresulteerd in de hoofdstukken 2, 3 en 4, is het nu tijd om de theorie toe te passen. Paragraaf 5.1 en 5.2 beschrijven de beschikbare gegevens. Omdat deze gegevens niet geïmplementeerd zijn volgens één van de datamodellen, besproken in hoofdstuk 3, is gekozen voor het werken met de traditionele snapshot-benadering. De onafhankelijk van elkaar ingewonnen gegevens zijn namelijk wel beschikbaar als snapshots. Veranderingen worden nu opgespoord met een vectoroverlay. Paragraaf 5.3 laat zien hoe een vectoroverlayprocedure werkt. Paragraaf 5.4 beschrijft het ruisprobleem dat in traditionele vectoroverlay's voor kan komen. Naar aanleiding van dit ruisprobleem en het feit dat geometrische veranderingen niet worden opgespoord, wordt in de volgende hoofdstukken gezocht naar een procedure die deze ruis kan aanwijzen en geometrische veranderingen wel kan vinden. Paragraaf 5.5 tenslotte bespreekt de resultaten van een traditionele vector-overlay.

5.1 Beschikbare gegevens

Voor de jaren 1968, 1982 en 1997 zijn topografische vectorbestanden voor vijf kilometerhokken in het noordelijk deel van de gemeente Vlagtwedde beschikbaar. Deze zijn afkomstig van het promotieonderzoek "Ecological changes in cultivated landscapes due to marginalisation of agriculture in Europe." [Roepers, 1997].

In het noordelijk deel van de gemeente Vlagtwedde ligt het beekdal van de Ruiten Aa. Het beekdallandschap is besloten en reliëfrijk met vooral bouwland op essen. Het noordelijk deel is vlakker en meer open. Parallel aan de Ruiten Aa komen enkele met veen opgevulde oude beeklopen (rillen) voor. Hier en daar liggen in het beekdal van de Ruiten Aa enkele boscomplexen. Buiten de beekdalzone liggen vochtige graslanden. Deze graslanden zijn het resultaat van veen- en heideontginningen en hebben een veel strakker verkavelingspatroon dan het oude hoevenlandschap in de beekdalzone [Jansen, 1997].

Van Vlagtwedde zijn geen verificatiegegevens beschikbaar, wat het toetsen van gevonden veranderingen voor dit gebied lastig maakt. Het verzamelen van verificatiegegevens is een tijdrovende bezigheid en daarom is er voor gekozen om slechts twee bestanden die de topografische situatie van één kilometerhok beschrijven voor 1968 en 1982 te gebruiken. Dit kilometerhok ligt binnen het beekdallandschap. Kaartbeelden, die de topografie van dit kilometerhok weergeven voor 1968 en 1982, zijn opgenomen in bijlage 1. De gevonden veranderingen van dit gebied worden niet getoetst, omdat er nog een tweede dataset beschikbaar is, waarvan wel verificatiegegevens beschikbaar zijn. Het gaat hier om topografische gegevens van de gemeente Soest. Deze gegevens zijn afkomstig van een eerder door René Meijners [1998] uitgevoerd onderzoek genaamd "Monitoring Landgebruik Nederland". Tijdens dit onderzoek is een referentiebestand gecreëerd, waarmee de gevonden thematische veranderingen kunnen worden getoetst.

De topografische gegevens van zowel Vlagtwedde als Soest zijn afkomstig van de Topografische Dienst Nederland (TDN). Vanaf 1991 slaat de TDN topografische gegevens op in een digitale database [Van Asperen, 1996]. Voor die tijd werden plattegronden met topografische gegevens alleen op papier geleverd. De gegevens van Vlagtwedde zijn dan ook vanaf papieren versies met een schaal van 1:25.000 gedigitaliseerd. De TDN heeft voor de gemeente Soest voor de jaren 1991 en 1995 topografische gegevens al wel digitaal beschikbaar. Ook al kunnen analyseresultaten van Vlagtwedde niet getoetst worden, de gevonden veranderingen kunnen wel een indicatie geven voor de toepasbaarheid van verschillende analysemethoden op een dataset die al wat ouder is.

Binnen het onderzoek van René Meijners is het grondgebied van de gemeente Soest gekozen als studiegebied om verschillende redenen. Zo wordt het studiegebied gezien als een representatief stukje van Nederland. Met name de variabiliteit van het landgebruik (verhouding agrarisch, stedelijk en natuurlijk) heeft hierbij een belangrijke rol gespeeld. Ook de ligging, de beschikbare middelen en medewerking van de betreffende gemeente hebben een rol gespeeld in de keuze van het

gebied. Verder waren er voor dit gebied meerdere digitale bestanden aanwezig. Topografische vectorbestanden met een schaal van 1:10.000 waren voor zowel 1991 als 1995 beschikbaar. Tussen opname en publicatie van een topografisch vectorbestand van een zelfde gebied ligt een periode van 6 tot 16 maanden.

De gemeente Soest ligt tussen de gemeenten Amersfoort, Hilversum en Utrecht. Het grondgebied van Soest beslaat 4614 hectare en omvat de woonkernen Soest, Soestduinen en Soesterberg. De woonkernen beslaan ongeveer eenderde van de totale oppervlakte van de gemeente. Hiervan is Soest de grootste plaats. Binnen de gemeente Soest is ongeveer een kwart van het gebied in gebruik als landbouwgebied. Dit gebied, gelegen in het noorden en noordwesten, heeft een vrij open karakter met voornamelijk veehouderijbedrijven. De belangrijkste vorm van landgebruik is grasland en er zijn enkele akkerbouwpercelen. Het landbouwgebied met grasland bestaat uit veen- en eerdgronden. De akkerbouwgronden waarop veelal maïs wordt verbouwd, bestaan hoofdzakelijk uit eerdgronden. De zuidelijke helft van de gemeente Soest bestaat uit een bosrijke omgeving met daarbinnen open natuurterreinen zoals heide en stuifduinen. Verder liggen verspreid over de gemeente een aantal campings en bestaat het zuidelijk deel van de gemeente uit militair oefenterrein, dat niet is meegenomen in de studie [Meijners, 1998]. Een topografische weergave van de gemeente Soest (1995) is opgenomen in Bijlage 1. In dezelfde bijlage zijn detailbeelden opgenomen van het Soest gebied voor de jaren 1991 en 1995.

De referentiegegevens zijn op twee verschillende manieren verzameld [Meijners, 1998]. Gegevens over het stedelijk gebied en het bosgebied zijn gebiedsdekkend verzameld, hoofdzakelijk op basis van luchtfoto's. Gegevens over het landbouwgebied zijn steekproefsgewijs, middels interviews, verzameld. De geometrie van het topografische vectorbestand uit 1995 is gebruikt als topografische ondergrond voor het verzamelen en opstellen van het referentiebestand. De thematische gegevens gekoppeld aan deze geometrie zijn echter niet voor waar aangenomen. Bij vergelijking van de thematische kenmerken voor 1995 in het referentiebestand met de thematische kenmerken in het topografische vectorbestand van 1995 blijkt dat aan 1035 polygonen een andere thematische waarde is toegekend. In totaal beslaan deze polygonen binnen het opgenomen gebied een oppervlakte van 292 ha. Met het 'opgenomen' gebied wordt het gebied bedoeld, waarvan daadwerkelijk gegevens zijn verzameld.

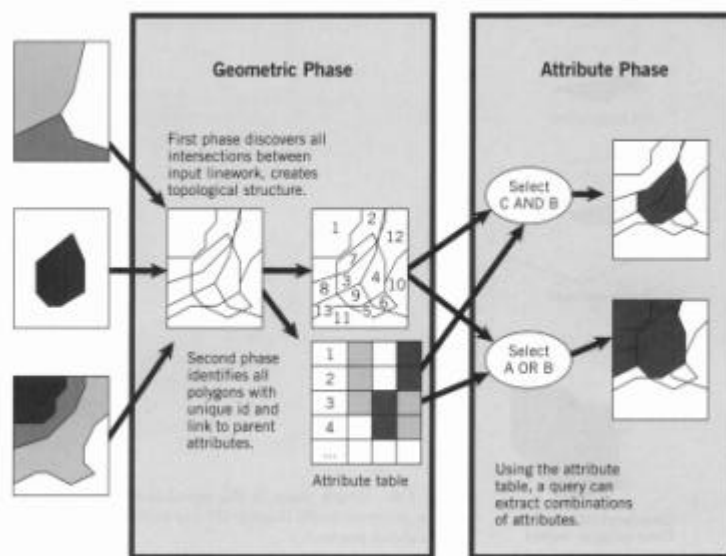
Resultaten zullen worden vergeleken met het 'referentiegebied'. Het referentiegebied bestaat binnen dit onderzoek uit het opgenomen gebied, zonder de polygonen die voor 1995 een andere thematische waarde hebben dan in het topografische vectorbestand. Dit om er zeker van te zijn dat de resultaten niet de betrouwbaarheid van de dataset uit 1995 weergeven, maar de betrouwbaarheid van de gebruikte methoden. Het referentiegebied is 3099 ha groot. In Bijlage 2 is een weergave van het referentiegebied te vinden met de thematische veranderingen die volgens het referentiebestand zijn opgetreden. Met de in Bijlage 2 weergegeven MNR-area wordt het gebied bedoeld dat buiten het referentiegebied valt.

Hoofdstuk 3 beschrijft verschillende mogelijkheden om multi-temporele informatie in één gegevensmodel op te slaan. In een dergelijk model zijn veranderingen op te sporen met een 'simpele' bevraging. De gegevens van Vlagtwedde en van Soest zijn echter niet op een dergelijke manier beschikbaar. De topografische bestanden bevatten nog steeds slechts snapshot-informatie. Relaties tussen objecten uit snapshot 1 en snapshot 2 zijn niet expliciet vastgelegd. Inzameling van brongegevens voor twee snapshots vindt nog altijd voor een groot deel onafhankelijk van elkaar plaats [Van Asperen, 1996]. Het ziet er ook naar uit dat het nog even gaat duren voor er een temporeel model in gebruik genomen wordt. Om geometrische of thematische veranderingen te signaleren zullen twee snapshots met elkaar vergeleken moeten worden (stap 4 in het monitoringproces). Traditioneel worden thematische veranderingen opgespoord met een eenvoudige overlay-operatie (zie paragraaf 5.2).

5.2 Vectoroverlay

Bij een digitale overlay-operatie van twee bestanden in vectorformaat wordt één nieuw bestand aangemaakt, waarin de informatie van de oorspronkelijke bestanden wordt gecombineerd. Een voorwaarde voor het overlayen van twee bestanden is dat dezelfde georeferentie moet zijn gebruikt.

Het overlayproces bestaat uit een geometrische fase gevolgd door een attribuutfase [Chrisman, 1997] (zie Figuur 5-1). In de geometrische fase worden eerst alle snijpunten tussen de grenslijnen van de polygonen opgespoord. Vervolgens wordt de topologie voor het gecombineerde bestand opgebouwd met de gevonden snijpunten als nieuwe knooppunten. Alle nieuw gevonden polygonen krijgen een nieuw identificatienummer. Hierna wordt een nieuwe attribuuttabel opgebouwd, die alle attribuutwaarden van de oorspronkelijke bestanden bevat. In de attribuutfase worden met behulp van queries (bevragingen) specifieke combinaties van attribuutwaarden geselecteerd, om (bij vergelijking van momentopnames) te kunnen bepalen welke objecten er een specifieke thematische verandering hebben ondergaan.



Figuur 5-1 Schematische voorstelling van een vectoroverlay [Chrisman, 1997].

Binnen ArcInfo zijn verschillende commando's beschikbaar die gebruikt kunnen worden om een vectoroverlay uit te voeren. UNION, INTERSECT en IDENTITY zijn hiervan de belangrijkste. Deze commando's zijn gebaseerd op boolean operatoren, waardoor het aantal polygonen in de uitvoer verschilt. Het union-commando levert geen informatieverlies op en is daarom gekozen als methode om de overlay-operaties mee uit te voeren.

5.3 Ruis

Geen enkel geografisch bestand is zonder fouten. Worden geografische bestanden gebruikt voor verdere analyse, dan zullen deze fouten ook consequenties hebben voor de uitkomst van deze analyse. In het geval van een overlay-operatie komen fouten in de twee monitoringsbestanden zeer duidelijk naar voren. De begrenzing van een vlakobject dat in de twee onafhankelijke bestanden gelijk behoort te zijn, maar op een net iets andere manier wordt gerepresenteerd, zorgt in de overlay voor veel nieuwe (meestal) kleine en smalle polygonen zonder betekenis. Deze nieuwe polygonen zonder betekenis worden aangeduid als ruis (in het engels ook wel als 'noise' of 'sliver-polygons').

Hoeveel ruis er te voorschijn komt, is afhankelijk van de eerder genoemde kwaliteit van de data (paragraaf 2.2). Met name de positionele nauwkeurigheid vormt een belangrijke factor in het ontstaan van ruis in overlay-bestanden. De nauwkeurigheid van de topografische vector-bestanden wordt uitgedrukt in absolute nauwkeurigheid in relatie tot het nationale referentiesysteem: de locatie van een punt zou beter moeten zijn dan twee meter [Uitermark et al., 1998]. Dit betekent dat een zelfde punt, opgenomen in twee topografische vector-bestanden, in een overlay in de meest ongunstige situatie 4 meter uit elkaar kan liggen ($2m + 2m$). De kwaliteit en betrouwbaarheid van de topografische gegevens in het algemeen is in de loop der jaren hoger geworden als gevolg van verbeterde opnametechnieken [De Zeeuw & Hazeu, 2001].

Ook in de attributfase van het overlay-proces kan ruis ontstaan, als gevolg van aanpassingen van bijvoorbeeld legenda-eenheden. Voor elk bestand is een eigen legenda opgesteld, waarin verschillende typen landgebruik zijn onderscheiden. Verschillen in legenda's als gevolg van een afwijkend onderscheid tussen verschillende typen landgebruik kunnen zo zorgen voor ruis. Om deze bestanden te kunnen vergelijken op basis van thematische kenmerken, zal eerst een nieuwe legenda (common ontology) opgesteld moeten worden. Deze legenda zal dan de legenda's van beide bestanden vervangen om vergelijking van beide bestanden mogelijk te maken. Binnen dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat er reeds een 'passende' legenda is opgesteld.

Als 'ruisfilteringsmethode' gebruikt ArcInfo de fuzzy tolerance. De fuzzy tolerance is bij het union commando een optioneel argument, waarvoor een minimale waarde wordt berekend wanneer de gebruiker geen waarde geeft. De fuzzy tolerance mag binnen ArcInfo nooit gelijk zijn aan nul. De fuzzy tolerance staat voor de minimale afstand die is toegestaan tussen lijncoördinaten (nodes en vertices) in een coverage en definieert ook de afstand die een coördinaat kan verschuiven tijdens bepaalde operaties. Coördinaten die binnen de fuzzy tolerance van elkaar vallen, worden als gelijk beschouwd (als liggende op dezelfde locatie). Sommige coördinaten worden dan verplaatst naar de locatie van andere coördinaten. Een te lage waarde voor de fuzzy tolerance kan resulteren in snijpunten van lijnen die niet worden gecreëerd of smalle ruispolygonen die niet worden verwijderd. Bij een te hoge waarde kunnen objecten te veel verplaatsen, polygonen geheel verdwijnen of lijnen worden samengevoegd die dat niet zouden moeten. Met de fuzzy tolerance kunnen alleen zeer smalle ruispolygonen effectief worden verwijderd. Een te hoge waarde voor de fuzzy tolerance leidt al snel tot detailverlies. Binnen dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de mogelijkheid om ArcInfo zelf de minimale waarde te laten berekenen.

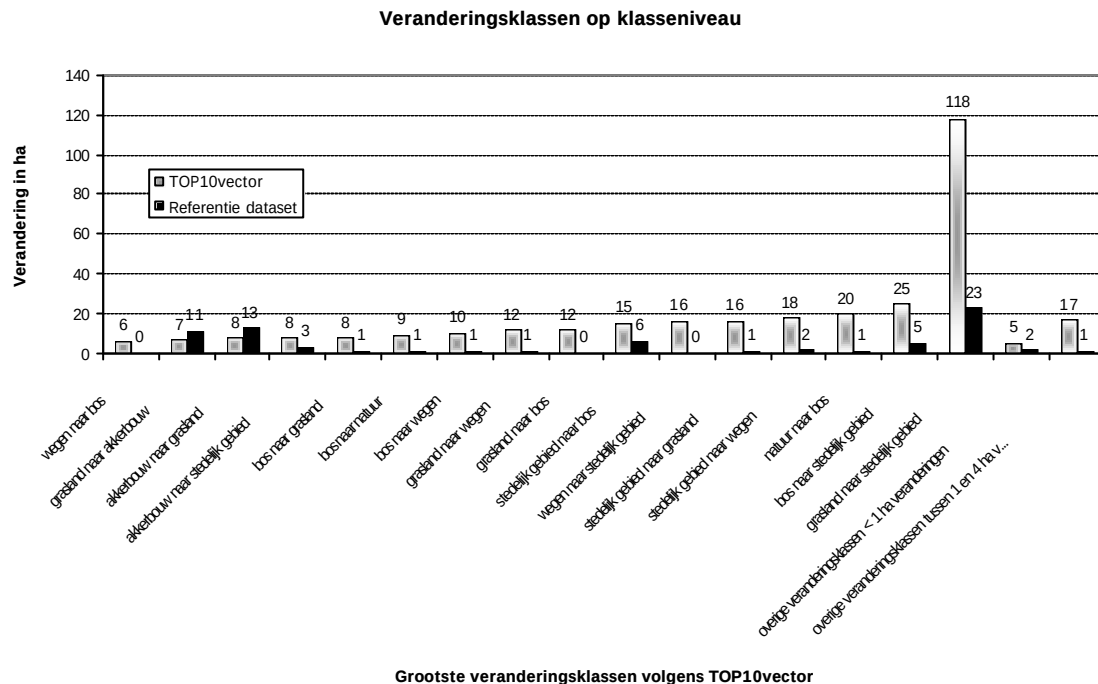
Er zijn verschillende pogingen gedaan om ondanks de 'ruis', toch zinvolle analyseresultaten te verkrijgen [De Zeeuw et al., in prep. & Uitermark et al., 1998]. De in Hoofdstuk 6 beschreven Mon-Gis-procedure is één van deze pogingen. Op basis van overlappercentage en vorm(factor) wordt in de overlay geprobeerd werkelijke veranderingen in de geometrie en ruis van elkaar te onderscheiden.

5.4 Resultaten

Voor de thematische analyse van de Soestdata wordt de legenda op klassenniveau gebruikt, zoals die door Sonneveld en van den Brink [1999] is opgesteld. Bij de Vlagtwedde dataset is gebruik gemaakt van het klassenniveau zoals deze binnen het project van Roepers is opgesteld. Beide legendastructuren zijn opgenomen in Bijlage 3. De resultaten van de overlay operaties zijn opgenomen in Bijlage 4. De door Meijners [1998] gevonden veranderingen in het referentiebestand en de topografische vectorbestanden zijn per veranderingsklasse in Figuur 5-2 weergegeven.

Meijners [1998] voerde een overlay operatie uit met een vrijwel identieke legenda en constateerde in vrijwel alle veranderingsklassen een overschatting ten opzichte van de veranderingen in de werkelijkheid (vastgelegd in het referentiebestand). Een grote uitschieter is de overschatting van de veranderingsklasse 'grasland naar stedelijk gebied'. Meijners noemt als eerste mogelijke oorzaak van de verschillen dat erven van boerenbedrijven in 1991 veelal als grasland zijn geclassificeerd, terwijl deze in 1995 als 'overig urbaan grondgebruik' zijn geclassificeerd ('overig urbaan grondgebruik' is een deel van 'stedelijk gebied' op klasse niveau). Als tweede oorzaak geeft hij aan

dat bij de actualisatie veel veranderingen doorgevoerd zijn, zowel in de classificatietechniek als in de topografie.



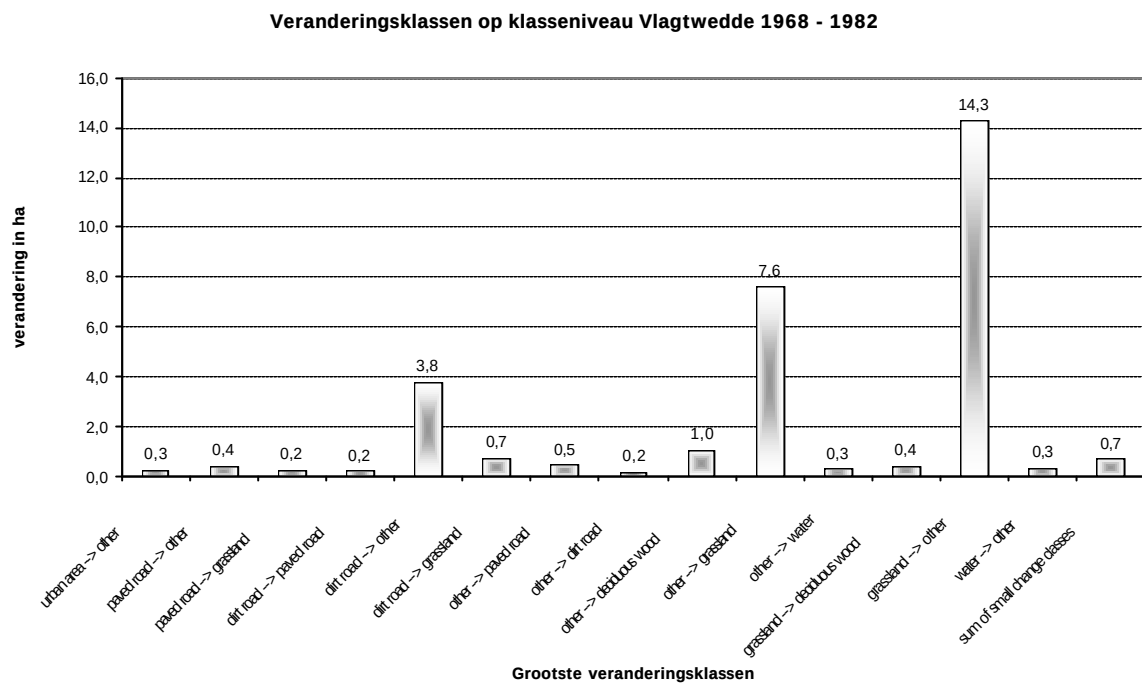
Figuur 5-2 Vergelijking van veranderingsklassen, gevonden met 'simpele' overlay van TOP10vector 1991 en 1995, met referentiebestand op klassenniveau [Meijners, 1998].

Het totaalpercentage thematische verandering op klassenniveau dat is opgetreden volgens de referentiedataset bedraagt 2,1% (oppervlak dat volgens de referentiegegevens binnen het referentiegebied thematisch is veranderd, gedeeld door het totale oppervlak van het referentiegebied). Bij vergelijking van de topografische vectorbestanden met behulp van een traditionele overlay blijkt 9,2% van het referentiegebied te zijn veranderd. Een overschatting van 7,1%.

Van de 2,1% verandering die in de referentiedataset geconstateerd wordt, is 0,7% niet terug te vinden met de traditionele overlay. De referentiedataset is oorspronkelijk niet opgezet om verschillende overlaymethoden te toetsen. De dataset is opgezet om ook de betrouwbaarheid van verschillende bestanden te toetsen. In dit geval blijkt dus dat de dataset van 1991 niet geheel betrouwbaar is (die polygonen met een andere waarde voor het jaar 1995 dan in het referentiebestand vallen binnen dit onderzoek al buiten het referentiegebied). Van de 9,2% verandering die met een traditionele overlay-operatie wordt gevonden, is 7,8% niet terug te vinden in de referentiedataset. Dit percentage van 7,8% zal zeer waarschijnlijk niet alleen uit ruis bestaan. Mogelijk speelt ook hier weer de betrouwbaarheid van de 1991 dataset een rol.

Binnen het Vlagtwedde gebied blijkt, tussen 1968 en 1982, met de traditionele overlay operatie 30,9% van het oppervlak thematisch te zijn veranderd. Dit percentage ligt aanzienlijk hoger dan in Soest. De tijd tussen 1968 en 1982 is veel groter en daarmee ook de kans op thematische veranderingen.

De gevonden veranderingen in Vlagtwedde zijn per thematische veranderingsklasse in Figuur 5-3 weergegeven. De drie grootste veranderingsklassen zijn 'dirt road → other', 'other → grassland' en grassland → other'. Veel onverharde wegen zijn in 1982 verdwenen. De klasse 'other' slaat binnen het Vlagtwedde gebied meestal op akkerbouw. Veel percelen die voorheen in gebruik waren als akkers zijn in 1982 in gebruik als grasland en vice versa. Waarschijnlijk is ook hier bij vrijwel alle veranderingklassen sprake van een overschatting van het aantal hectare dat thematisch is veranderd.



Figuur 5-3 Veranderingsklassen, gevonden met 'simpele' overlay van topografische vectorbestanden van 1968 en 1982 op klassenniveau.

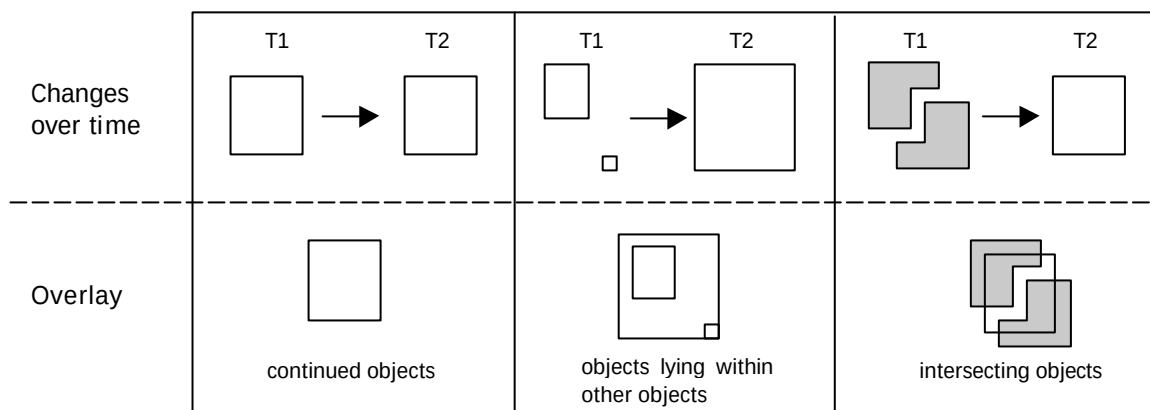
6 MONGIS

Hoofdstuk 5 bespreekt de traditionele vectoroverlay. Bij toepassing van de traditionele vectoroverlay ontstaat veel ruis en kunnen geen uitspraken worden gedaan over geometrische veranderingen. Hoofdstuk 6 onderzoekt daarom of de MonGis-procedure wel uitspraken doet over veranderingen in de geometrie. De MonGis-procedure reduceert namelijk op basis van geometrische eigenschappen de hoeveelheid ruis in het overlaybestand. MonGis werkt als aanvulling op de traditionele overlayoperatie. Per polygoon in de overlay wordt de geometrie van het vlakobject van tijdstip 1 vergeleken met de geometrie van het vlakobject op tijdstip 2. Uit deze vergelijking blijkt of er een geometrische verandering heeft plaatsgevonden. Paragraaf 6.1 beschrijft de conceptuele achtergrond van MonGis. Paragraaf 6.2 legt vervolgens uit hoe de procedure werkt. Paragraaf 6.3 bespreekt de resultaten van de toepassing van MonGis op de beschikbare gegevens. In paragraaf 6.4 volgen de conclusies met betrekking tot de toepassing van MonGis. De in dit hoofdstuk gebruikte begrippen zijn grotendeels overgenomen van de documentatie behorende bij MonGis.

6.1 Achterliggend concept

Recentelijk is door Sonneveld en Van den Brink in het kader van het project “Ontwikkeling Strategie GIS Monitoring” een procedure (MonGis v1.1) ontwikkeld, die op basis van geometrische eigenschappen de hoeveelheid ruis kan reduceren in een overlaybestand. Het eindresultaat bestaat uit een multi-temporeel bestand dat de objecten die op tijdstip 2 voorkomen bevat en de thematisch veranderde gebieden weergeeft. De procedure is geïmplementeerd binnen de ArcInfo omgeving.

MonGis dient als aanvulling op de gebruikelijke overlayprocedure en probeert ‘ruis’ te onderscheiden van werkelijke veranderingen. De procedure is ontwikkeld op basis van topografische vector-datasets (van de Topografische Dienst Nederland) en is in eerste instantie bedoeld voor het opsporen van veranderingen in landgebruik. Landgebruik wordt opgevat als de gebruiksvorm die door de mens aan een stuk land is toegekend [De Zeeuw et al., 1999].



Figuur 6-1 Geometrische verhoudingen in een overlay tussen objecten van tijdstip 1 en objecten van tijdstip 2 [Naar: Sonneveld & van den Brink 1999].

Uitgaande van de polygonen in de overlaydataset die zowel op tijdstip 1 (t_1) als op tijdstip 2 (t_2) tot een object behoorden, kunnen zich drie situaties voordoen die kunnen duiden op veranderingen in de geometrie [Sonneveld & van den Brink, 1999] (zie Figuur 6-1). In de eerste situatie komt zowel het ID-nummer van t_1 als het ID-nummer van t_2 maar één maal voor in de dataset. Er hebben nu geen geometrische veranderingen plaatsgevonden bij het object. Het object wordt gecontinueerd (**continued objects**). In de tweede situatie komt één van de ID-nummers slechts één maal voor terwijl de andere meerdere keren voorkomt. Er hebben zich in de overlaydataset eilandpolygonen gevormd (**objects lying within other objects**), die geïnterpreteerd kunnen worden als zijnde verdwenen (**disappearance**) of toegevoegd (**addition**). In de derde situatie

komen beide ID-nummers meerdere keren voor. Nu is er sprake van doorsnijding (**intersecting objects**). Doorsnijding kan duiden op verplaatsing (wat met betrekking tot de landgebruikobjecten zeer onwaarschijnlijk is en dus een aanwijzing is voor ruis), of op vervanging van oude objecten door nieuwe objecten met een andere geometrie.

Een thematische verandering treedt op wanneer de attribuutwaarde van een object verandert. Een object kan dus geometrisch én thematisch veranderen.

6.2 Werking procedure

Het programma bestaat uit tal van beslisregels die ruis trachten te onderscheiden van werkelijke veranderingen. Deze beslisregels worden volgens een vaste volgorde doorlopen en omvatten zowel thematische als geometrische beslisregels. Het stroomdiagram dat is opgenomen in Bijlage 5 laat zien hoe de hele procedure werkt. De nummers in het stroomdiagram geven aan welke beslisregel gebruikt wordt. In Bijlage 6 worden deze nummers nader verklaard.

Kort komt de hele procedure op het volgende neer. Allereerst wordt het type geometrische verandering (continuation, addition, disappearance of intersection) vastgesteld. Vervolgens worden thematische veranderingen opgespoord. Is een thematische verandering gevonden dan wordt deze op betrouwbaarheid getest en bij voldoende betrouwbaarheid getoetst op onderscheid in thematische klasse. Wanneer er sprake is van intersection, addition of disappearance wordt hierna de overlap getoetst om vast te stellen of het hier gaat om een werkelijke verandering of ruis. Hierbij is het overlappercentage voor addition en disappearance veel hoger (ADC-overlap) dan voor intersection polygonen. Bij intersection wordt bij voldoende overlap ook nog de vorm vergeleken.

Met behulp van de procedure wordt bepaald of een verandering moet worden beschouwd als ruis dan wel als werkelijke verandering. Bij identificatie van ruis wordt de situatie op tijdstip 2 als uitgangspunt genomen om de gehele dataset consistent te houden [Sonneveld & van den Brink, 1999]. Met andere woorden, de situatie op tijdstip 2 staat niet ter discussie. Als eindproduct ontstaat er één bestand waarin de thematische situatie van tijdstip 2 wordt weergegeven, maar waar ook de veranderingen die er zijn opgetreden ten opzichte van tijdstip 1 zijn terug te vinden. Het eindresultaat is niet ruis-vrij, maar de hoeveelheid ruis is wel gereduceerd.

Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de documentatie behorende bij MonGis.

6.3 Resultaten

Binnen het onderzoek van Sonneveld en Van den Brink is de MonGis-procedure toegepast op de Soest-dataset. De gebruikte drempelwaarden zijn zodanig gekozen dat een significante hoeveelheid ruis kon worden verwijderd en er bij visuele controle bleek dat er geen werkelijke veranderingen als ruis zouden worden aangemerkt [De Zeeuw & Hazeu, 2001]. Voor de geometrische overlap is een percentage van 10% gekozen, de vormafwijking stond op 200% en het overlappercentage voor 'binnen' objecten (ADC-overlap) stond op 95%. Een detailweergave van de resultaten is opgenomen in Bijlage 7.

Met MonGis wordt een percentage van 8,3% aan thematische veranderingen gevonden binnen het referentiegebied. Dit is 0,9% minder ten opzichte van het percentage veranderingen gevonden met de traditionele overlay. Bij een visuele controle blijkt echter dat enkele grotere vlakobjecten die volgens de traditionele overlay een thematische verandering hebben ondergaan niet zijn opgespoord. Het tweede plaatje in Bijlage 7 laat dit zien. De met MonGis gevonden veranderingen zijn over de met de traditionele overlay gevonden veranderingen geprojecteerd. Zouden deze polygonen wel zijn opgespoord dan zou het percentage gevonden thematische veranderingen hoger zijn.

Verder zijn er door de gebruikte methode om de data voor te bewerken ook polygonen verwijderd die wel binnen het referentiegebied vallen. Om de resultaten met de referentiedataset te kunnen vergelijken zijn er gebieden (militair terrein en gebieden waarvan gegevens in de referentiedataset geëxtrapoleerd zijn) uit de invoerbestanden verwijderd met behulp van het erase commando binnen ArcInfo. Met dit commando worden echter ook polygonen verwijderd die volledig zijn omringt door de voor deze operatie geselecteerde polygonen. Het gaat hier veelal om boerderijen die midden in een perceel liggen. Ze zijn in het eerste plaatje van Bijlage 7 te herkennen aan de lichtgrijze kleur en het ontbreken van een zwarte polygoonbegrenzing. Of hier ook polygonen bij zitten die thematisch zijn veranderd, is niet bekend. Indien dit wel het geval is, valt het percentage gevonden veranderingen dus hoger uit.

Om de gegevens van Vlagtwedde met MonGis te analyseren zijn er in eerste instantie geen voorbewerkingen nodig. Wel moeten er een statistiektafel van de gegevens op tijdstip 1 en een overlay worden aangemaakt. Deze tabel en overlay-dataset kunnen eenvoudig worden aangemaakt met de bijgeleverde Stat.aml.

De eerste run met MonGis is ingezet met de standaardinstellingen die het programma aanbiedt (zie Bijlage 7: MonGis Output 1). Dit betekent dat een polygoon onveranderd is wanneer deze als doorsneden polygoon een minimale overlap van 10% heeft en een vormafwijking van maximaal 200% of als eilandpolygoon een minimale overlap van 95% vertoont. In het resultaat is er al heel wat ruis uitgefilterd. De vormfactor is echter wel erg ruim gesteld, waardoor deze vrijwel geen invloed heeft.

De tweede run is ingezet met de waarden die in het ongepubliceerde artikel van De Zeeuw et al. worden genoemd als waarden die bij toepassing op de Top10vector bestanden van de gemeente Soest resulteren in een goed onderscheid tussen ruis en werkelijke veranderingen. Dit betekent dat een polygoon onveranderd is wanneer deze als doorsneden polygoon een minimale overlap van 20% heeft en een vormafwijking van maximaal 35% of als eilandpolygoon een minimale overlap van 95% vertoont. De vormfactor telt in deze run aanzienlijk zwaarder mee en dat is in de resultaten goed te zien. De veranderingen die nu gevonden worden, zijn vooral veroorzaakt door waterlopen en greppels. Deze zorgen voor een groot verschil in vormfactor. Bij deze drempelwaarden worden beduidend meer geometrische veranderingen gevonden.

Voor beide resultaten geldt dat:

- de hoeveelheid ruis is gereduceerd, maar nog steeds (in mindere mate) wel aanwezig is;
- er enkele grote thematische veranderingen niet zijn geconstateerd;
- er naast thematische veranderingen al veel veranderingen in de geometrie (Change other than thematic change) zijn gevonden;
- met name bij veranderingen in de topologie nog veel ruis is te vinden (samengevoegde objecten bijvoorbeeld, zorgen voor groot verschil in vormfactor);

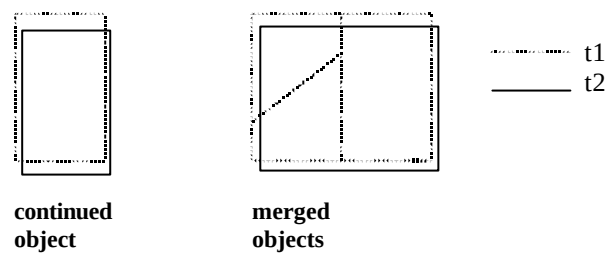
6.4 Conclusie

Met MonGis is een eerste stap gezet in het filteren van ruis, maar ook in het opsporen van geometrische veranderingen. Dit laatste was niet het hoofddoel van de makers en fungeert binnen MonGis alleen als middel om werkelijke thematische veranderingen op te sporen. Welke polygonen geometrisch zijn veranderd, is dan ook in het eindresultaat moeilijk terug te vinden. Elke polygoon valt binnen één van de drie volgende veranderingsklassen: 'geen thematische verandering', 'thematische verandering' of 'verandering, maar niet thematisch'. Polygonen die in de klasse 'Verandering, maar niet thematisch' vallen zijn geometrisch veranderd. Binnen de klasse 'Thematische verandering' zullen zich echter ook polygonen bevinden die zowel thematisch als geometrisch zijn veranderd. Ook het type geometrische verandering (continuation, addition, disappearance of intersection) is in het eindproduct niet terug te vinden.

Het type geometrische verandering wordt met MonGis eenmalig vastgesteld aan de hand van het aantal keren dat t1-ID's en t2-ID's in de overlaydataset voorkomen. Is een in werkelijkheid onver-

anderd object op tijdstip 1 en tijdstip 2 absoluut zonder fouten gedigitaliseerd, dan zal dit object als voortgezet uit het programma rollen. Zowel de t1-ID als de t2-ID komen immers slechts één keer voor in de overlaytabel. Het kan echter ook gebeuren dat een in werkelijkheid onveranderde polygoon als doorsneden polygoon wordt aangemerkt (zie Figuur 6-2). Wanneer deze fout wordt opgespoord (overlappercentage is hoog en vormfactor vrijwel identiek) krijgt de polygoon niet alsnog de status voortgezet.

De MonGis procedure heeft veel moeite met topologische veranderingen (bijvoorbeeld samenvoeging). Dit type veranderingen doet zich alleen voor onder intersecting objects. Ideaaltypisch gaat het bij een intersection polygoon om een continued object waar, bij de overlay van de verschillende kaartbeelden, ruis is ontstaan (zie Figuur 6-2). Zijn er meerdere objecten in het spel, dan kan het minimale overlappercentage nog wel worden behaald, maar is de vorm dermate anders dat het programma concludeert dat er werkelijke veranderingen hebben plaatsgevonden. Er is ook daadwerkelijk geometrisch iets veranderd, er zijn namelijk objecten samengevoegd tot één groter object. Echter, er is ook sprake van ruis en die zal er nu niet uitgefilterd worden.



Figuur 6-2 Doorsneden polygoon

Foutieve beoordeling van overlaypolygoon kan optreden als gevolg van de volgorde waarin de overlaypolygoon worden behandeld. Binnen de MonGis procedure worden allereerst intersection polygoon met gelijke attribuutwaarde geselecteerd. Vervolgens wordt de eerste polygoon uit de selectie beoordeeld. De eerste polygoon in de selectie is altijd de polygoon met het laagste ID-nummer. Het is logischer om eerst die polygoon uit de selectie te beoordelen met de hoogste overlappercentage. Deze polygoon heeft de grootste kans om een continued object te representeren, waarbij in de overlay ruis is ontstaan.

Een afwijking in vormfactor van meer dan 100% is lastig voor te stellen. Logischer is een percentage dat ligt tussen 0% en 100%. De vorm van het T1-object wijkt volledig af van de vorm van het T2-object (afwijking 100%) of is volkomen gelijk (afwijking 0%). Wat een afwijking van 200% (drempelwaarde gebruikt voor Soest-data) betekent, is moeilijk voor te stellen waardoor het kiezen van de juiste drempelwaarde extra lastig is. Bovendien is het logisch dat twee vormen altijd een zelfde vormafwijking hebben ten opzichte van elkaar, maar dat is binnen MonGis niet zo. Hier is de grootte van de afwijking afhankelijk van de tijdstippen waarop de verschillende vormen voorkomen. Volgend voorbeeld illustreert hoe een vormafwijking van meer dan 100% kan ontstaan en hoe de grootte van de vormafwijking kan afhangen van de tijdstippen waarop de verschillende vormen voorkomen. De vormfactor wordt berekend voor elk T1- en T2-object door het oppervlak van dit object te delen door het kwadraat van de omtrek ($S = A / P^2$). Stel dat de T1-vormfactor ($S_{t=1}$) 0,25 is en de T2-vormfactor ($S_{t=2}$) 0,75. De vormratio ($S_{t=1} / S_{t=2}$) is nu 0,33. Deze ratio is kleiner dan 1 en dus is de vormafwijking $((1 - S_{t=1} / S_{t=2}) * 100\%)$ 67%. Wanneer $S_{t=1}$ nu gelijk is aan 0,75 en $S_{t=2}$ is 0,25 dan is de vormratio gelijk aan 3. De vormratio is nu groter dan 1 wat resulteert in een vormafwijking van 200% $((S_{t=1} / S_{t=2}) - 1) * 100\%$.

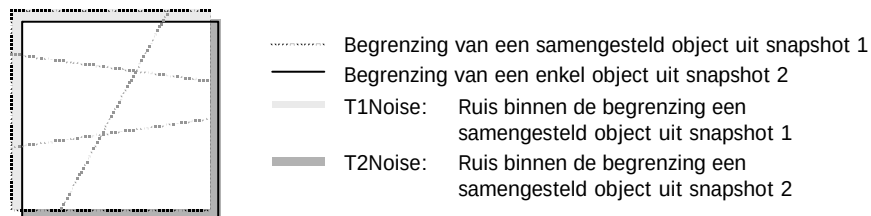
7 GEOSTAF

Bij het overlayen van twee snapshots ontstaat ruis en worden geometrische veranderingen niet opgespoord, zo blijkt in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 bespreekt de MonGis-procedure die de hoeveelheid ruis in een multi-temporele dataset (de overlay) kan reduceren. Voor dit doel spoort de MonGis-procedure geometrische veranderingen op. De MonGis-procedure heeft echter moeite met topologische veranderingen en laat in het eindresultaat niet goed zien waar geometrische veranderingen zich hebben voorgedaan. Bovendien is in het eindresultaat niet terug te vinden welk type geometrische verandering er heeft plaatsgevonden. De MonGis-procedure is de inspiratiebron voor de in hoofdstuk 7 beschreven GeoStaF-procedure die veranderingen in de topologie opspoort. Paragraaf 7.1 beschrijft de uitgangspunten die het mogelijk maken deze veranderingen op te sporen. Paragraaf 7.2 bespreekt de drempelwaarden die bepalend zijn voor het vinden van de geometrisch veranderde objecten en de ruis in de overlay. Tevens wordt in deze paragraaf het systeemontwerp besproken. De uitgangspunten, drempelwaarden en het systeemontwerp zijn omgezet in een werkende procedure. Hoe de procedure is opgebouwd en welke beslissingen de procedure neemt wordt aan de hand van een voorbeeld toegelicht in paragraaf 7.3. Paragraaf 7.4 tenslotte beschrijft de resultaten van de toepassing van de GeoStaF-procedure op de Soest- en Vlagtwedde-gegevens.

7.1 Uitgangspunten

GeoStaF staat voor Geometric Stability Finder en is ontwikkeld om veranderingen in de geometrie op te sporen in een vectorgestructureerde dataset die polygonen beschrijft. Naast veranderingen in de geometrie spoort de GeoStaF-procedure ook ruis en thematische veranderingen op.

Zoals paragraaf 5.3 meldt, ontstaat ruis in een vectoroverlay daar waar een zelfde begrenzing zowel in snapshot 1 als in snapshot 2 gelijk behoort te zijn en deze door onnauwkeurigheid verschillend is gerepresenteerd. Onder begrenzing wordt verstaan: 'de lijn die de omtrek van een vlakobject aangeeft'. Het kan hier ook gaan om de begrenzing van een object dat is samengesteld uit meerdere kleinere objecten (zie Figuur 7-1). Ruis kan binnen de begrenzing van het vlakobject uit snapshot 1 vallen en wordt dan T1Noise genoemd. Binnen de begrenzing van het vlakobject uit snapshot 2 wordt gesproken over T2Noise.



Figuur 7-1 Objectbegrenzingen in snapshots met ruis zoals die in een overlay kan ontstaan.

De GeoStaF-procedure probeert begrenzingen van (samengestelde) objecten op te sporen die gelijk behoren te zijn in snapshot 1 en snapshot 2 (die in de tijd stabiel zijn gebleven). Is een stabiel gebleven begrenzing gevonden, dan wordt eerst op basis van het aantal betrokken vlakobjecten van snapshot 1 en snapshot 2 bepaald welk type geometrische verandering heeft plaatsgevonden (zie Figuur 7-2).

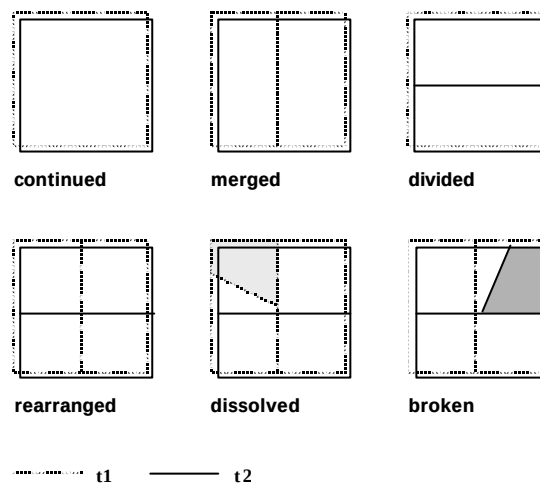
De volgende typen geometrische veranderingen zijn denkbaar:

1. **Continued polygonobject** (gecontinueerd vlakobject). Geometrisch is er niets veranderd.
2. **Merged polygonobjects** (samengevoegde vlakobjecten). De stabiel gebleven begrenzing hoort in snapshot 1 bij een samengesteld object. Grenzen tussen aaneengesloten vlakobjecten zijn opgeheven, waardoor de stabiel gebleven begrenzing in snapshot 2 hoort bij één vlakobject.
3. **Divided polygonobject** (opgedeeld vlakobject). De stabiel gebleven begrenzing hoort in snapshot 1 bij één vlakobject. Grenzen zijn in aangebracht binnen het vlakobject, waardoor de stabiel gebleven begrenzing in snapshot 2 hoort bij een samengesteld object.

4. **Rearranged polygonobject** (heringedeeld vlakobject). De stabiel gebleven begrenzing hoort zowel in snapshot 1 als in snapshot 2 bij samengestelde objecten.

Bij de rearranged polygonobjects kunnen de volgende situaties zich nog voordoen:

5. **Dissolved polygonobject** (opgelost vlakobject). Het vlakobject uit snapshot 1 is volledig opgenomen in een groter vlakobject in snapshot 2, waarvan de begrenzing niet voorkwam in snapshot 1.
6. **Broken polygonobject** (opgebroken vlakobject). Het vlakobject uit snapshot 1 is opgedeeld in kleinere stukken, maar de begrenzing van dit vlakobject is niet terug te vinden in snapshot 2.



Figuur 7-2 Geometrische veranderingstypen.

Het opsporen van stabiel gebleven begrenzingen vindt plaats in een overlay van twee snapshots en kan op twee manieren geschieden. Ten eerste door na te gaan welke overlaypolygoon (nieuw verkregen polygoon in de overlay) een zeer hoge mate van overlap vertonen met vlakobjecten uit snapshot 1 of 2. Hierbij wordt aangenomen dat een overlaypolygoon die een vlakobject uit snapshot 1 of 2 voor een zeer groot deel overlapt, dit vlakobject representeert in de overlay. Meerdere overlaypolygoon samen kunnen een samengesteld object representeren wanneer de gezamenlijke overlap zeer groot is. Een tweede methode om stabiel gebleven begrenzingen op te sporen bestaat uit het vergelijken van geometrische kenmerken. Hierbij worden oppervlakte en vorm van de vlakobjecten uit snapshot 1 en snapshot 2 vergeleken. Deze vergelijking kan alleen plaatsvinden wanneer er in de overlay een overlap bestaat tussen de twee objecten waarvan de geometrische kenmerken worden vergeleken. Uitgangspunt hierbij is dus dat een object dat geen verandering heeft ondergaan altijd een overlap vertoont in de overlay. Hierbij wordt aangenomen dat de overlaypolygoon waarvan de geometrische eigenschappen van de vlakobjecten uit snapshot 1 en 2 in hoge mate overeenkomen, een continued polygonobject representeert in de overlay.

Is vastgesteld welke overlaypolygoon vlakobjecten uit snapshot 1 of 2 representeren, dan worden de hierbij behorende ruispolygoon aangewezen. Overlaypolygoon met dezelfde object-identificatie (uit snapshot 1 of 2) in de overlaydataset representeren de bij die overlaypolygoon behorende ruis.

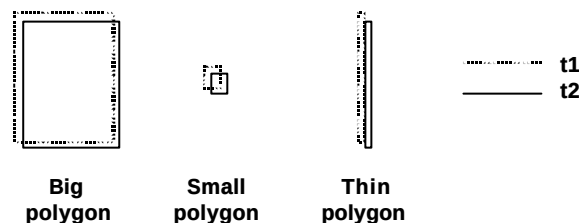
Op thematisch vlak kan er wel of geen verandering plaatsvinden. De geometrische en thematische situatie op tijdstip 2 (snapshot 2) wordt als uitgangssituatie genomen. Heeft een thematische verandering plaatsgevonden, dan kan de aard van deze verandering worden geïnterpreteerd op basis van het type geometrische verandering. Hierbij valt te denken aan de volgende 'geïnterpreteerde' thematische veranderingen:

- **Replaced polygonobject** (vervangen vlakobject). Een Continued polygonobject die een thematische verandering heeft ondergaan is in feite vervangen door een nieuw vlakobject met dezelfde geometrische eigenschappen, maar met een andere thematische eigenschap.

- **Disappeared polygonobject** (verdwenen polygoon). Merged polygonobjects of divided polygonobjects met thematische verandering zijn in feite verdwenen.
- **Added polygonobject** (toegevoegde polygoon). Een kleiner vlakobject dat is ontstaan uit een divided polygonobject of broken polygonobject, met thematische verandering zijn in feite toegevoegd.
- **Rearranged polygonobject with thematic change** (een deel van een vlakobject dat opnieuw is ingedeeld met thematische verandering). Deze thematische veranderingen laten zich lastig interpreteren, omdat ze slechts delen van vlakobjecten betreffen.

7.2 Systeemontwerp

In welke mate ruis onstaat bij een overlay, is afhankelijk van de positionele nauwkeurigheid van de bronbestanden (zie paragraaf 5.3). Deze positionele nauwkeurigheid is ook bepalend voor de mate van overlap die er in de overlay bestaat tussen vlakobjecten uit snapshot 1 en 2. Naast deze nauwkeurigheid hebben de grootte en de vorm van individuele vlakobjecten invloed op deze overlap. Het overlappercentage van een groot perceel dat in werkelijkheid niet is veranderd, maar in snapshot 2 vier meter verplaatst lijkt te zijn ten opzichte van snapshot 1, zal altijd nog een zeer hoog overlappercentage hebben. Figuur 7-3 laat dit zien. Een huis (een naar verhouding kleine polygoon) dat vier meter is verplaatst, heeft nog slechts een kleine overlap. Dezelfde figuur toont wat er in de overlay kan gebeuren met een vlakobject dat een ongunstige (smalle) vorm bezit en vier meter is verplaatst.



Figuur 7-3 Invloed van grootte en vorm op overlap bij gelijke verplaatsing.

Paragraaf 7.1 spreekt, bij het opsporen van overlaypolygoonen die vlakobjecten uit snapshot 1 of 2 representeren, over hoge mate van overlap of hoge mate van overeenkomst in geometrische eigenschappen. Hoe hoog de overlap moet zijn of hoe groot de overeenkomst in geometrische eigenschappen dient te zijn, kan worden opgegeven met verschillende drempelwaarden. Deze drempelwaarden zijn als argumenten bij het aanroepen van de procedure mee te geven (zie paragraaf 7.3).

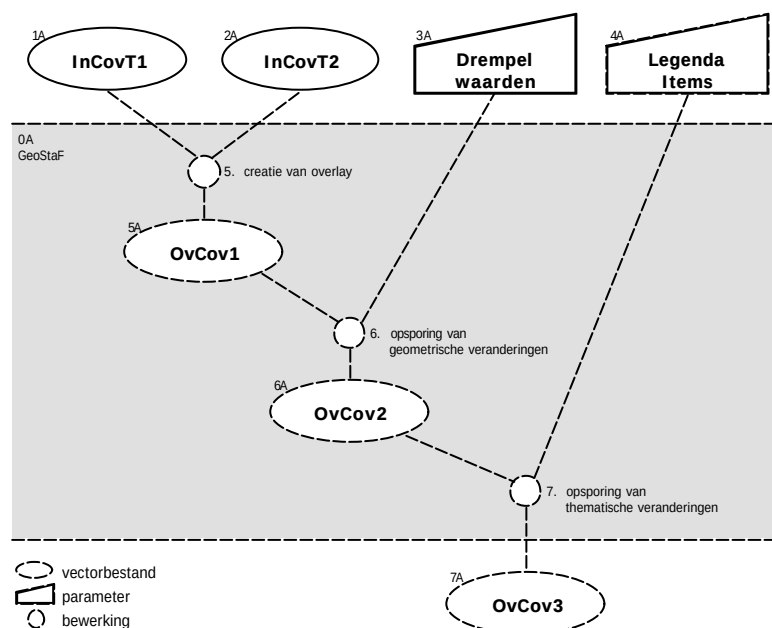
De GeoStaF-procedure kent vijf drempelwaarden (tussen 0% en 100%). De eerste twee waarden worden gebruikt voor de eerste methode om stabiel gebleven begrenzingen op te sporen (zie paragraaf 7.1). Deze eerste methode trekt conclusies alleen op basis van overlappercentages. De eerste drempelwaarde, de eerste-methode-overlap-drempelwaarde (G1OlapThr), geeft aan hoe groot de overlap moet zijn wil een overlaypolygoon een vlakobject uit snapshot 1 of 2 representeren. Dit percentage kan meestal hoog ingesteld worden. De tweede waarde, de eerste-methode-gesommeerde-overlap-drempelwaarde (G1SumOlapThr), doet eigenlijk hetzelfde als de eerste, alleen dan voor samengestelde objecten (merged polygons of divided polygons). Omdat samengestelde objecten meestal groter zijn, kan er met deze drempelwaarde voor gekozen worden om een hogere drempelwaarde voor deze objecten te gebruiken. Bij grote vlakobjecten ontstaat in de overlay immers snel een grotere overlap dan bij kleinere vlakobjecten (zie Figuur 7-3). De gesommeerde-overlap-drempelwaarde zal meestal gelijk worden gesteld aan de overlap-drempelwaarde.

De overige drie drempelwaarden worden gebruikt voor de tweede methode om stabiel gebleven begrenzingen op te sporen. Deze methode trekt conclusies op basis van gelijkenis in oppervlak en vorm tussen de vlakobjecten uit snapshot 1 en 2. Slechts twee conclusies kunnen met deze me-

thode getrokken worden. De overlaypolygoon representeert een continued polygonobject of niet. Oppervlak en vorm kunnen alleen vergeleken worden indien er een overlap bestaat tussen de betreffende vlakobjecten. De derde drempelwaarde, de tweede-methode-overlap-drempelwaarde (G2OlapThr), geeft aan hoe groot de deze overlap moet zijn, voordat van deze overlaypolygoon oppervlak en vorm van de betreffende vlakobjecten worden vergeleken. Deze waarde kan vaak laag worden ingesteld, omdat de vergelijking van oppervlak en vorm uiteindelijk de doorslag zal geven. De vierde drempelwaarde, de tweede-methode-oppervlak-gelijkenis-drempelwaarde (G2AreaThr), geeft aan in hoeverre de vlakobjecten overeen dienen te komen in oppervlak. De vijfde drempelwaarde, de tweede-methode-vorm-gelijkenis-drempelwaarde (G2ShapeThr), geeft aan in hoeverre de vlakobjecten overeen dienen te komen in vorm. In bestanden met grote variëteit aan oppervlakten en vormen kunnen deze drempelwaarden gelijk worden gesteld. Het kan zinvol zijn om in bestanden met bijvoorbeeld heel veel langwerpige en smalle vlakobjecten de vorm-gelijkenis-drempelwaarde lager in te stellen dan de oppervlakte-gelijkenis-drempelwaarde. Minieme verschillen in de breedte van deze objecten kunnen namelijk al snel resulteren in grote vormfactor verschillen (veel groter dan het verschil in oppervlak), omdat als onderdeel van de berekening van deze vormfactor het oppervlak gedeeld wordt door het kwadraat van de omtrek ($S = 4\pi * A / P^2$).

Het vaststellen van de hoogte van de verschillende drempelwaarden is een lastige opgave, waar voornamelijk geen vaste regels voor zijn. De resultaten zullen steeds geverifieerd moeten worden, waarna de hoogte van de drempelwaarden kan worden bijgesteld. Binnen dit onderzoek is niet gezocht naar de meest optimale waarden, maar is slechts geprobeerd een indruk te geven van de werking van de procedure.

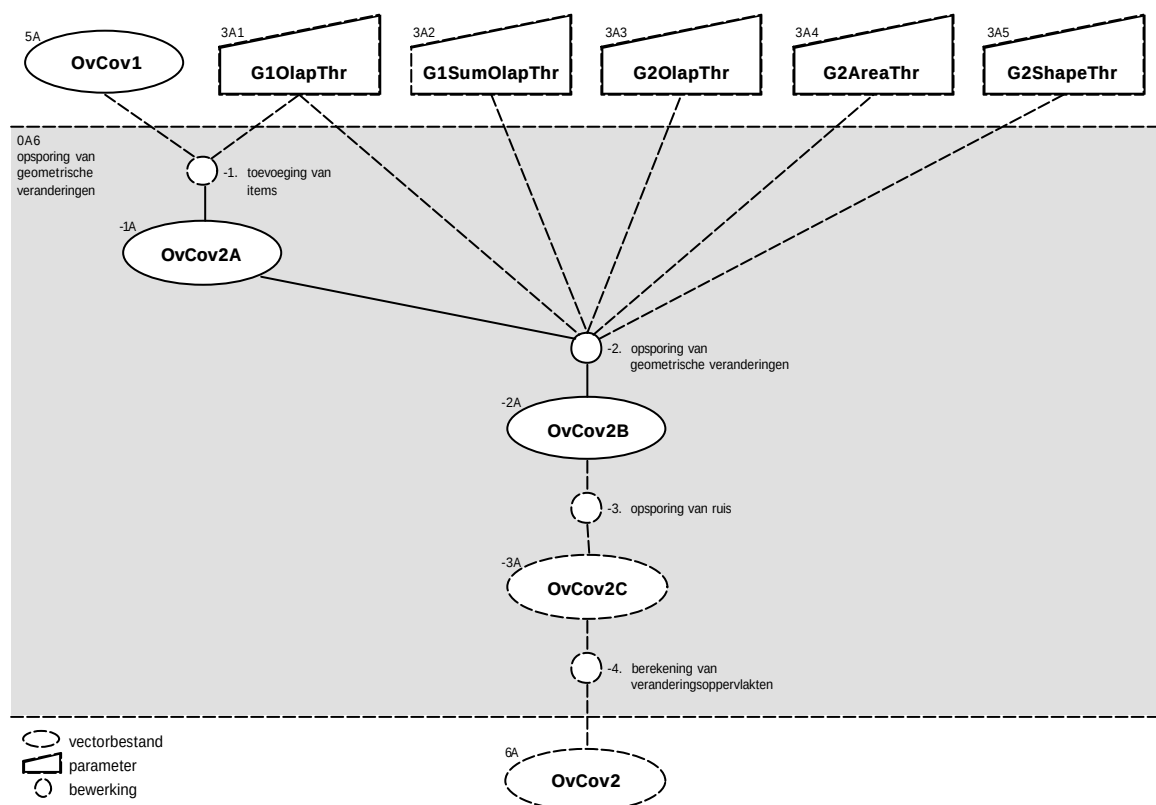
De GeoStaF procedure is geïmplementeerd in de Arc Macro Language en bestaat uit een drietal delen die afzonderlijk zijn aan te roepen vanuit de ArcPlot module. Welk verband deze drie delen met elkaar hebben en hoe de procedure er in zijn totaliteit uitziet is weergegeven in Figuur 7-4. De drie delen zijn terug te vinden in de figuur als bewerkingen 5, 6 en 7. Bewerking 5 creëert de overlay van snapshot 1 en snapshot 2, waarna met bewerking 6 de geometrische veranderingen worden opgespoord. Voor het opsporen van de geometrische veranderingen zijn drempelwaarden nodig (zie het begin van deze paragraaf). Nadat de geometrische veranderingen zijn opgespoord, vindt bewerking 7 de thematische veranderingen. Hiervoor zijn de attribuutnamen nodig van die attributen die de te analyseren thematiek beschrijven in de snapshotbestanden 1 en 2.



Figuur 7-4 ISAC activiteitschema van de GeoStaF procedure

Bewerking 5 (deel 1) is vertaald in een macro genaamd 'createoverlay.aml'. Wanneer deze macro wordt aangeroepen dienen er drie argumenten te worden meegegeven: de naam van het eerste snapshotbestand (InCovT1), de naam van het tweede snapshotbestand (InCovT2) en de naam van de te creëren overlay (CovT1T2). Bewerking 6 (deel 2) is vertaald in een macro genaamd 'findgchange.aml' en dient aangeroepen te worden met acht argumenten. Verplicht zijn: de naam van het eerste snapshotbestand (InCovT1), de naam van het tweede snapshotbestand (InCovT2) en de naam van de tabel die de overlaypolygooninformatie bevat (OvTable). Optioneel zijn de vijf drempelwaarden (G1OlapThr, G1SumOlapThr, G2OlapThr, G2AreaThr en G2ShapeThr). Worden de optionele argumenten niet gegeven dan worden vooraf ingestelde waarden (respectievelijk 95, 95, 100, 100 en 100) gebruikt. Overigens beschikt de procedure niet over de mogelijkheid om de invoer van deze optionele argumenten te controleren. Bewerking 7 (deel 3) is vertaald in een macro genaamd 'findtchange.aml' en wordt aangeroepen met vijf argumenten: de naam van het eerste snapshotbestand (InCovT1), de naam van het tweede snapshotbestand (InCovT2), de naam van de tabel die de overlaypolygooninformatie bevat (OvTable), de attribuutnaam van het attribuut dat de te analyseren thematiek beschrijft in het eerste snapshotbestand (ThemeT1) en de attribuutnaam van het attribuut dat de te analyseren thematiek beschrijft in het tweede snapshotbestand (ThemeT2).

De drie hierboven beschreven macro's kunnen afzonderlijk worden aangeroepen, maar werken alleen wanneer voorgaande bewerkingen zijn uitgevoerd. Wordt 'findgchange.aml' of 'findtchange' aangeroepen met een overlaytabel waar deze macro's al eerder op zijn losgelaten, dan worden eerst de oude resultaten verwijderd. Overigens werken deze twee macro's alleen met de tabel die de overlaypolygooninformatie bevat. Meestal zal dit de polygoon attribuut tabel zijn behorende bij de overlay. Ze kunnen echter ook losgelaten worden op tabellen die slechts een selectie van de overlaypolygooninformatie bevatten. Dit maakt het mogelijk om met verschillende drempelwaarden te werken voor verschillende selecties. De hieruit verkregen resultaten kunnen later worden gecombineerd. De resultaten beschreven in paragraaf 7.4 zijn op deze manier verkregen. In een aantal fasen zijn verschillende selecties apart beoordeeld.



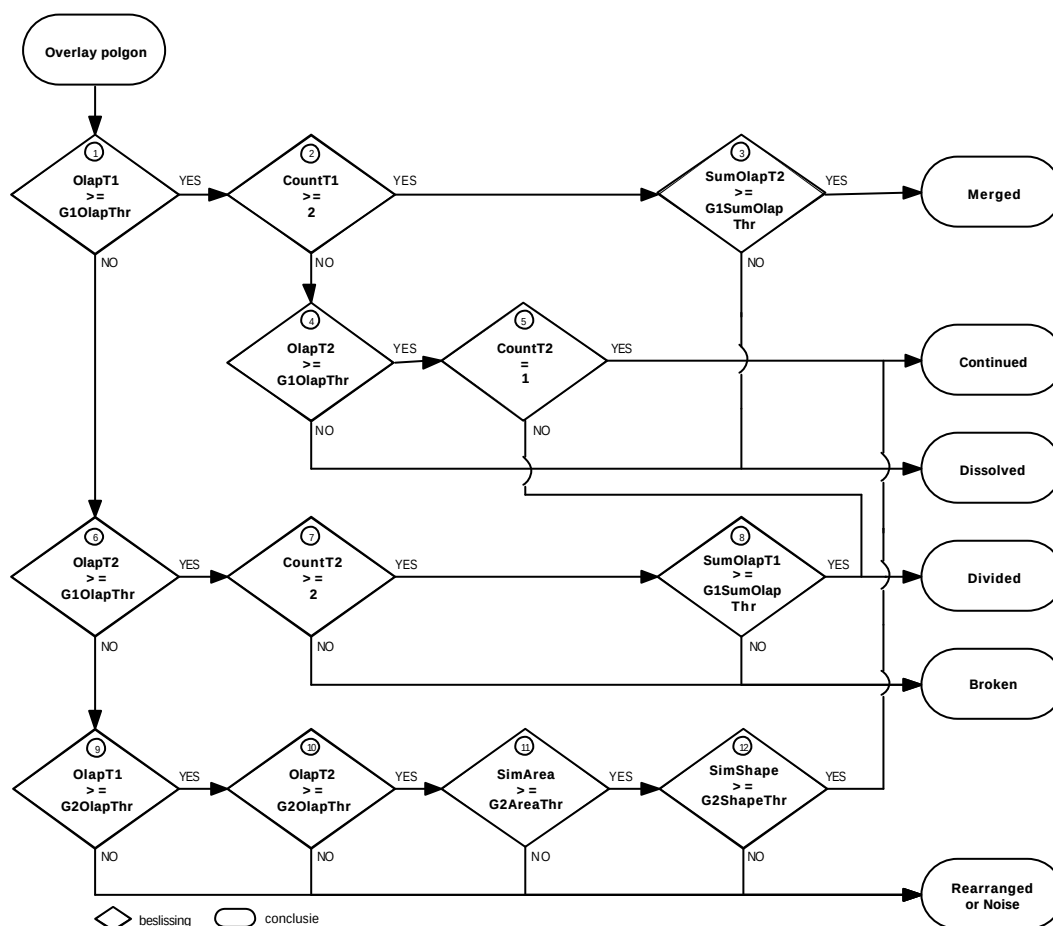
Figuur 7-5 ISAC activiteitschema van de opsporing van geometrische veranderingen

7.3 Implementatie

Figuur 7-5 laat een gedetailleerde uitwerking zien van bewerking 6, de bewerking waarin geometrische veranderingen worden opgespoord (zie Figuur 7-4). De bewerkingen 5 en 7 zijn in detail uitgewerkt in de activiteitschema's die zijn opgenomen in Bijlage 8. Individuele bewerkingen, gegevensbestanden en parameters die genoemd zijn in de verschillende activiteitschema's, worden toegelicht in Bijlage 9. Verklaringen voor de verschillende attribuutitems in de overlaytabel en hoe de attribuutwaarden tot stand zijn gekomen, zijn te vinden in Bijlage 10.

Binnen bewerking 6 worden allereerst de attribuutitems aangemaakt in de overlaytabel en de attribuutwaarden berekend (bewerking 61), op basis waarvan wordt besloten welke geometrische veranderingen er hebben plaatsgevonden. Vervolgens worden met bewerking 62 overlaypolygoon opgespoord die vlakobjecten uit snapshot 1 of 2 representeren. Van deze polygoon wordt meteen vermeld welke geometrische verandering er heeft plaatsgevonden. Bewerking 63 spoort vervolgens de ruis op, terwijl met bewerking 64 bepaald wordt hoe groot het oppervlak is dat betrokken is bij de geometrische veranderingen.

Het hart van de GeoStaF-procedure wordt gevormd door de bewerkingen 62 en 63 uit Figuur 7-5. De beslissingsregels waaruit bewerking 62 bestaat zijn in de flowchart van Figuur 7-6 weergegeven. Bewerking 62 is uitgewerkt in een macro genaamd `g_gchange.aml`.

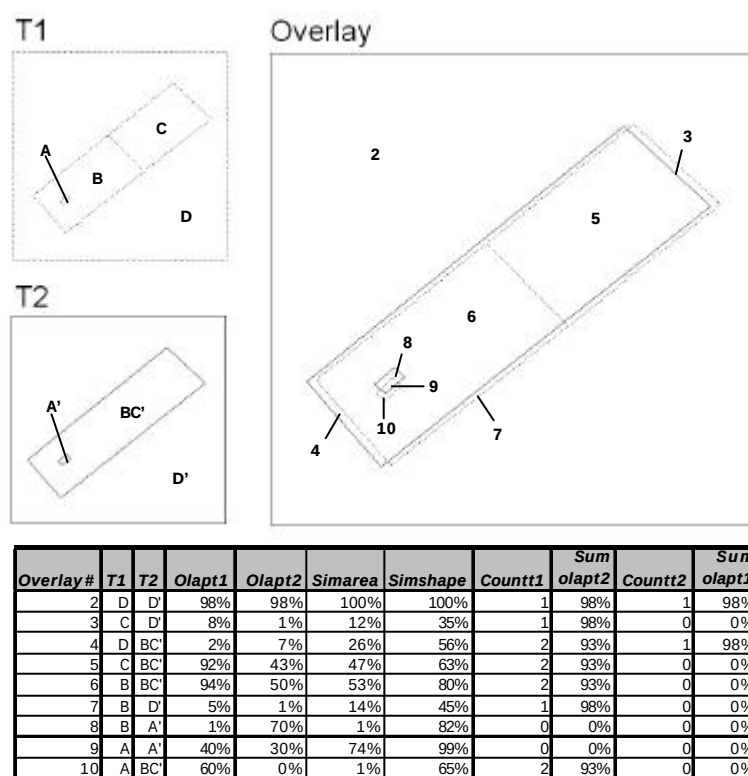


Figuur 7-6 Flowchart die de werking van de beslissingsregels binnen bewerking 62 (`g_gchange.aml`) weergeeft

De beslisregels zullen nu aan de hand van een voorbeeld dataset worden toegelicht (zie Figuur 7-7). De gehele GeoStaF-procedure tot en met bewerking 61 is reeds doorlopen. Met bewerking 61 zijn de attribuutitems aangemaakt die vermeld staan in de tabel. Hierbij staan de Olap-items voor de mate waarin de overlaypolygoon respectievelijk het T1-vlakobject en het T2-vlakobject overlapt. Simarea geeft de overeenkomst in oppervlak tussen het T1-vlakobject en het T2-

vlakobject. Hierbij wordt de laagste oppervlakwaarde (van het T1- of T2-vlakobject) gedeeld door de hoogste oppervlakwaarde (T1 of T2). Simshape geeft de overeenkomst in vorm en wordt op dezelfde wijze berekend als Simarea. Het Countt1-item geeft aan hoeveel overlaypolygonen die T1-vlakobjecten representeren binnen de begrenzing van het T2-vlakobject vallen. Sumolapt2 geeft vervolgens aan hoeveel overlap deze overlaypolygonen tezamen vertonen met het T2-vlakobject. Countt2 en Sumolapt1 doen hetzelfde alleen nu voor het T1-vlakobject.

In Figuur 7-7 stellen de objecten A en D onveranderde vlakobjecten voor (A' en D' op T2). De objecten B en C zijn op tijdstip 2 samengevoegd (BC' op T2). In Figuur 7-7 is te zien dat er, na het creëren van een overlay, ruispolygonen zijn ontstaan. Met de in Figuur 7-6 beschreven beslisregels en vastgestelde drempelwaarden, kan nu voor iedere overlaypolygoon worden bepaald welke geometrische verandering deze representeert. Voor G1OlapThr is een percentage van 90% gekozen, voor G1SumOlapThr 90%, voor G2OlapThr 25%, G2AreaThr 70% en voor G2ShapeThr 70%.



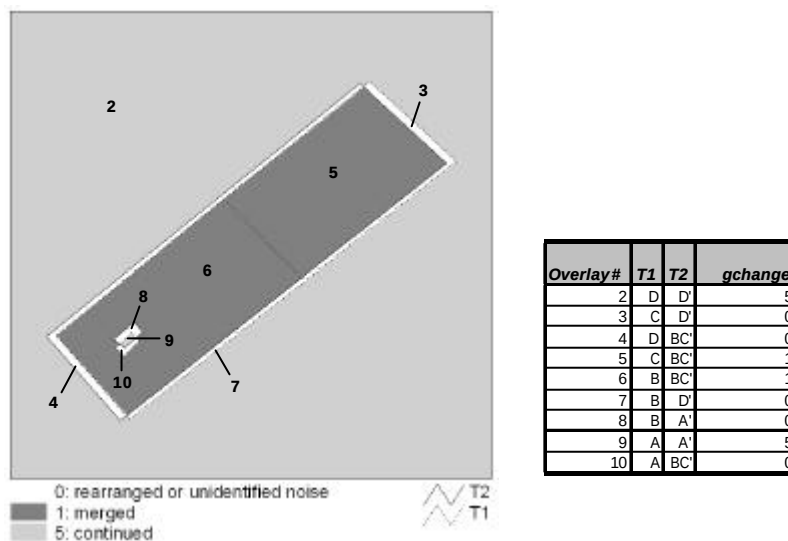
Figuur 7-7 Voorbeelddataset, voordat met bewerking 62 (g_gchange.aml) de geometrische veranderingen zijn opgespoord

Overlaypolygoon 2 bedekt voor 98% vlakobject D (op T1). Dit percentage ligt hoger dan de overlappingsdrempelwaarde (G1OlapThr), hetgeen betekent dat overlaypolygoon 2 het grootste deel van of zelfs volledig vlakobject D representeert in de overlay. Mochten er nog meer polygonen zijn die in de overlay een overlap vertonen met vlakobject D, dan zal het gaan om ruispolygonen. Bij beslissing 2 wordt er gekeken of er binnen de begrenzing van het T2-vlakobject (D') soms meerdere overlaypolygonen zijn die T1-vlakobjecten representeren. In dit geval ligt er binnen de begrenzing van het T2-vlakobject slechts 1 overlaypolygoon (overlaypolygoon 2), die een T1-vlakobject representeert. Beslissing 4 bekijkt of overlaypolygoon 2 ook vlakobject D' representeert. Met andere woorden, deze beslissingsregel bekijkt of overlaypolygoon 2 ook het T2-vlakobject voor meer dan 90% bedekt. Dit is het geval en dus wordt er vervolgens gekeken of er binnen de begrenzing van het T1-vlakobject slechts 1 overlaypolygoon ligt die een T2-vlakobject representeert. Aangezien er binnen de begrenzing van het T1-vlakobject inderdaad ook slechts één overlaypolygoon ligt die een T2-vlakobject beschrijft, moet het hier wel gaan om een continued polygonobject (D, D'). Overlaypolygoon 2 krijgt nu de GChangewaarde 5.

Overlaypolygoon 5 heeft een T1-overlappingswaarde die hoger is dan de drempelwaarde. De overlaypolygoon representeert dus vlakobject C. Verder blijken er twee overlaypolygoonen die T1-vlakobjecten representeren binnen de grenzen van het T2-vlakobject (BC') te liggen. Beslissingsregel 4 bekijkt nu of deze twee overlaypolygoonen tezamen het T2-vlakobject representeren. Wanneer dit het geval is, representeren deze overlaypolygoonen twee T1-vlakobjecten die zijn samengevoegd. De twee overlaypolygoonen representeren twee T1-vlakobjecten die zijn samengevoegd wanneer zij tezamen de T2-vlakobject voor meer dan 90% bedekken (G1SumOlapThr). Dit is inderdaad het geval en dus trekt de procedure de conclusie dat het hier gaat om een merged polygonobject (C, BC'). Dezelfde conclusie wordt getrokken voor overlaypolygoon 6 (B, BC'). De overlaypolygoonen 5 en 6 krijgen nu de GChangewaarde 1.

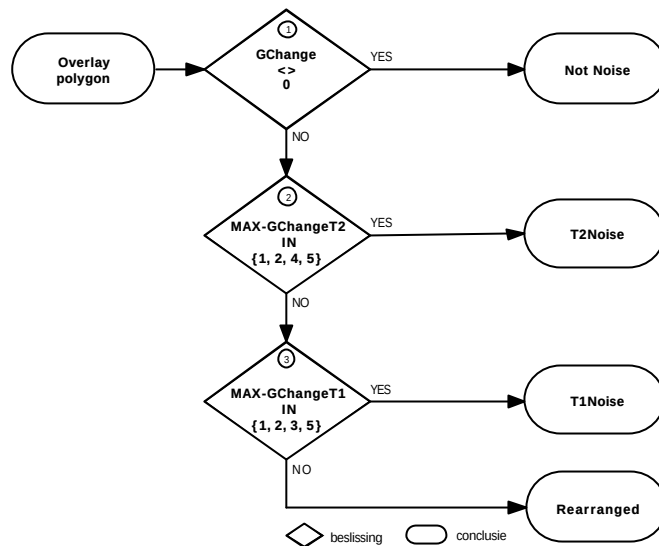
Overlaypolygoon 9 bedekt zowel het T1- als het T2-vlakobject (object A en object A') niet voldoende om deze op basis van overlappingspercentage te representeren. De overlappingspercentages zijn echter wel hoog genoeg om een vergelijking van het T1- met het T2-vlakobject op basis van oppervlak en vorm te rechtvaardigen. De overlap met het T1- en het T2-vlakobject is namelijk hoger dan 25% (G2OlapThr). De beslissingsregels 11 en 12 bekijken of het T1- en T2-vlakobject voldoende overeenkomen in oppervlak en vorm (percentages hoger dan 70%). Dit is voor overlaypolygoon 9 inderdaad het geval en dus volgt alsnog de conclusie dat het hier om een continued polygon gaat (A, A'). Overlaypolygoon 9 krijgt nu de GChangewaarde 5.

De overlaypolygoonen 3, 4, 7, 8 en 10 hebben te lage T1- en T2-overlappingswaarden en zullen daarom als 'rearranged or noise' uit de procedure rollen. Deze overlaypolygoonen krijgen nu de GChangewaarde 0.



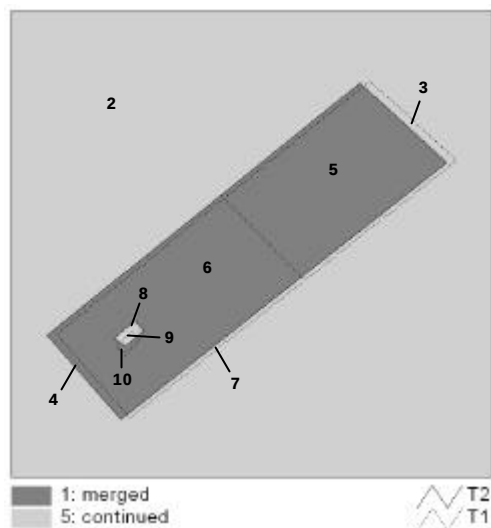
Figuur 7-8 Resultaten voorbeelddataset, na uitvoering van bewerking 62 (g_gchange.aml), met optionele parameters 90 90 25 70 70

Het resultaat na uitvoering van bewerking 62 (g_gchange.aml) is weergegeven in Figuur 7-8. In de figuur is te zien dat over het grootste deel van het gebiedsoppervlak al een uitspraak is gedaan met betrekking tot veranderingen in de geometrie. Er zijn echter nog enkele overlaypolygoonen 'wit' gebleven (gchange 0: rearranged or unidentified noise). Deze polygoonen kunnen met behulp van de volgende bewerking (bewerking 63 in Bijlage 8, macro g_noise.aml) verder geanalyseerd worden. Ruispolygoonen behorend bij overlaypolygoonen, waarvan reeds bekend is dat zij een geometrische verandering anders dan herindeling hebben ondergaan, kunnen met deze volgende bewerking worden herkend. Met de geometrie van het T2-bestand als uitgangspunt krijgen alleen de ruispolygoonen die binnen een T2-vlakobject vallen (T2-noise), waarvan bekend is dat deze een geometrische verandering anders dan herindeling heeft ondergaan, dezelfde geometrische verandering toegekend. De beslissingsregels op basis waarvan de ruisherkenning plaatsvindt, zijn weergegeven in de flowchart van Figuur 7-9.



Figuur 7-9 Flowchart die de werking van de beslissingsregels binnen bewerking 63 (g_noise.aml) weergeeft.

Om ruispolygoon te kunnen herkennen worden eerst een aantal attribuutitems aangemaakt die de hoogste geometrische verandering geven voor ieder T1- en T2-vlakobject. Overlaypolygoon 2 heeft zelf de gchange-waarde 5 en representeert dus geen ruis-polygoon. Er hoeft dan ook verder geen actie te worden ondernomen. Overlaypolygoon 3 heeft een gchange-waarde 0 en zou dus een ruispolygoon kunnen voorstellen. Of dit inderdaad het geval is wordt in de beslisregels 2 en 3 onderzocht. De hoogste gchange voor het T2-vlakobject (D'), waar overlaypolygoon 3 binnen ligt, is 5 (continued polygon). De overlaypolygoon representeert dus een ruis-polygoon dat binnen de grenzen van een T2-vlakobject valt (Noise = 2). Deze ruis-polygoon krijgt nu alsnog een waarde voor gchange. Het resultaat na bewerking 63 (g_noise.aml) is weergegeven in Figuur 7-10.



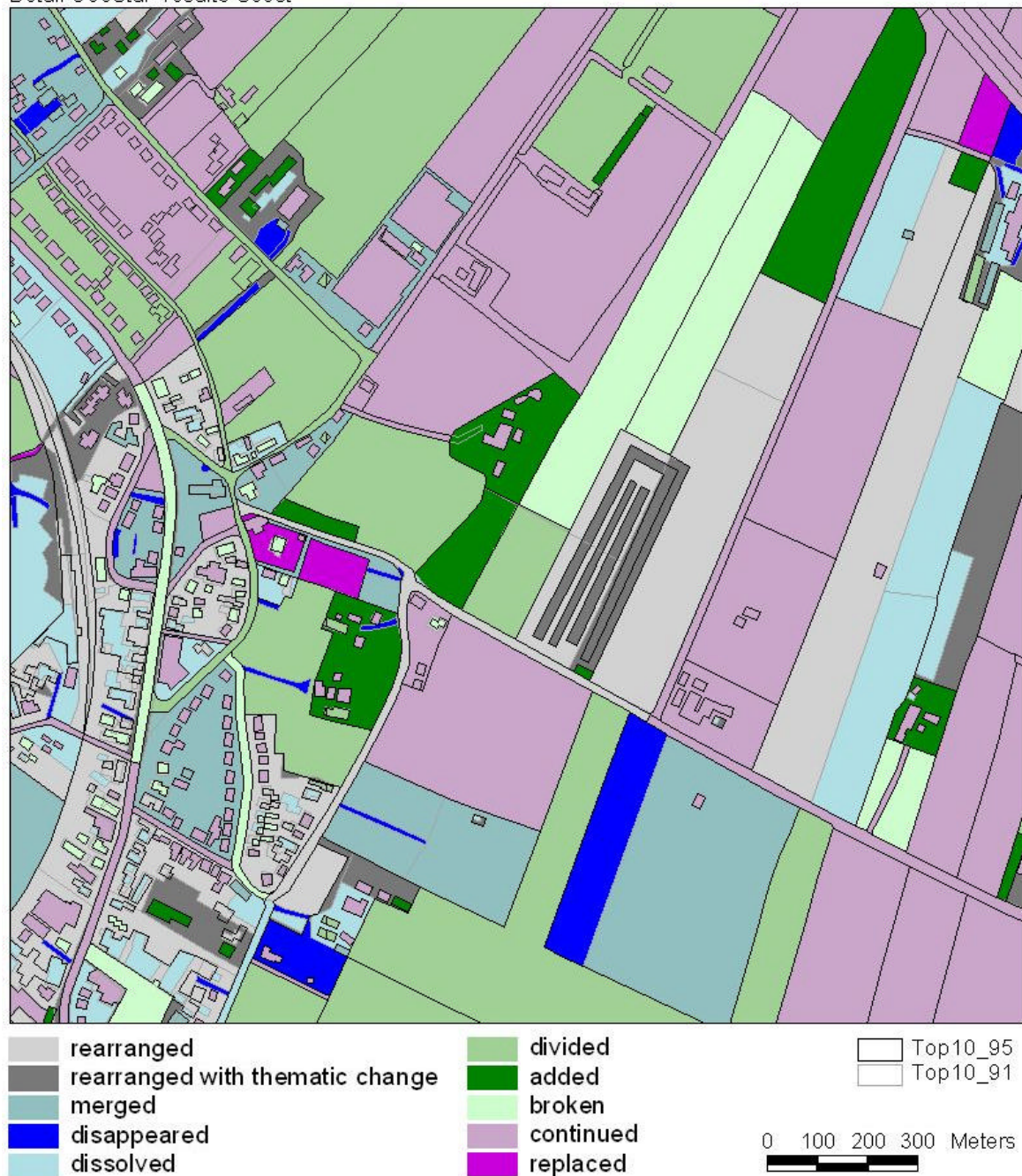
Overlay#	T1	T2	Gchange	Noise	Max gchanget1	Max gchanget2
2	D	D'	5	0	5	5
3	C	D'	5	2	1	5
4	D	BC'	1	2	5	1
5	C	BC'	1	0	1	1
6	B	BC'	1	0	1	1
7	B	D'	5	2	1	5
8	B	A'	5	2	1	5
9	A	A'	5	0	5	5
10	A	BC'	1	2	5	1

Figuur 7-10 Resultaten voorbeelddataset na uitvoering van bewerking 63 (g_noise.aml)

7.4 Resultaten

De GeoStaF-procedure is toegepast op de Soest-dataset. Aan de topografische snapshotbestanden is hierbij niets veranderd. Bij de analyse met de GeoStaF-procedure is gebruik gemaakt van de mogelijkheid om de macro's findgchange.aml en findtchange.aml (bewerkingen 6 en 7 in Figuur 7-4) toe te passen op tabellen, die slechts een selectie van de polygooninformatie bevatten (zie paragraaf 7.2). De vlakobjecten in de snapshotbestanden zijn namelijk zeer divers van grootte en vorm, waardoor het gebruik van meerdere sets drempelwaarden tot betere resultaten kan leiden. Het eindresultaat is weergegeven in Figuur 7-11.

Detail GeoStaF result3 Soest



Figuur 7-11 Resultaten GeoStaF-analyse van Soest-data.

In eerste instantie is GeoStaF toegepast op alle overlaypolygonen. Als G1OlapThr-waarde is een percentage gekozen van 90%, voor G1SumOlap is ook een percentage van 90% gekozen. De G2-waarden zijn alledrie op 100% gesteld. In deze fase zijn dus alleen conclusies getrokken op basis van overlappingswaarden. In de tweede fase zijn alleen die overlaypolygonen geanalyseerd die in snapshot 1 of 2 bebouwings objecten voorstelden. Vlakobjecten die bebouwing voorstellen hebben een klein oppervlak, waardoor er in de overlay juist bij deze objecten relatief een grotere verschuiving kan optreden (zie paragraaf 7.2). Bij deze overlaypolygonen kunnen de drempelwaarden daarom beduidend lager worden ingesteld. Als waarden voor de G1OlapThr, de G1SumOlapThr, de G2AreaThr en de G2ShapeThr zijn percentages gekozen van 75%. Voor de G2OlapThr is een percentage van 20% gekozen. In de derde fase zijn alleen die overlaypolygonen geanalyseerd die in snapshot 1 of 2 infrastructuur of water voorstelden. Vlakobjecten die infrastructuur of water voorstellen hebben een langwerpige smalle vorm, waardoor er in de overlay juist ook bij deze objecten relatief een grotere verschuiving kan optreden (zie paragraaf 7.2). Als drempelwaarden zijn dezelfde percentages gekozen als in de tweede fase.

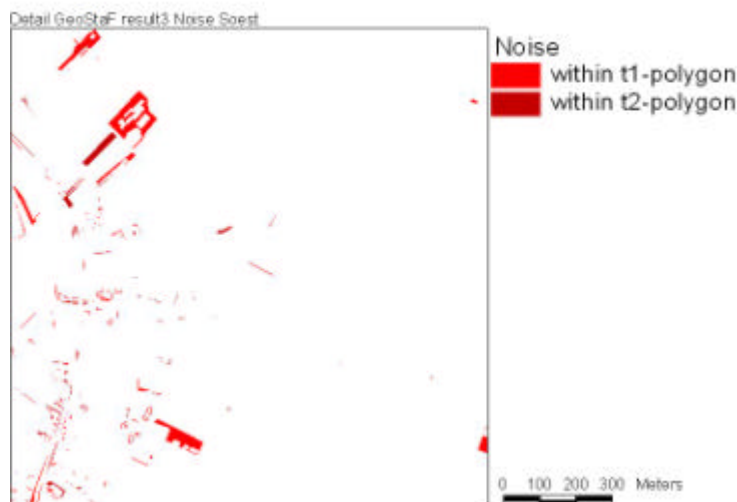
GChange	Area Ov1Soest	Area Ov2Soest	Area Ov3Soest
rearranged	363	344	318
rearranged with thematic change	192	191	182
merged	466	475	490
disappeared	88	88	91
divided	530	532	539
added	61	61	63
dissolved	279	273	264
broken	207	207	199
continued	2.404	2.419	2.443
replaced	24	24	26
Total	4.615	4.615	4.615

Figuur 7-12 Tabel met GeoStaF-resultaten na analyse in drie fasen van Soest-data. De tabel geeft het oppervlak in hectaren dat een bepaalde geometrische verandering heeft ondergaan.

In Figuur 7-12 zijn de gevonden veranderingen in de verschillende fasen op een rijtje gezet. Uit de tabel blijkt dat volgens de topografische bestanden 47% (Ov3Soest) van het oppervlak betrokken is bij een geometrische verandering. In werkelijkheid ligt dit percentage waarschijnlijk veel lager. Veel gevonden veranderingen zijn het gevolg van keuzes die bij de topografische dienst zijn gemaakt om bepaalde objecten wel of niet weer te geven, of om objectgrenzen volgens andere regels vast te stellen. Zo verschillen waarschijnlijk de opnameregels voor het digitaliseren van objectbegrenzings voor bebouwing. Aan de vormen van veel vlakobjecten te zien, zijn er in 1995 veel schuren meegenomen die er waarschijnlijk in 1991 ook al stonden. Ook binnen de categorie stadsgronden zijn veel objectbegrenzings anders gelegd, waardoor GeoStaF geometrische veranderingen vindt. Ook bij de weergave van de infrastructuur worden objectbegrenzings nogal eens verlegd. Met name binnen deze categorie zijn in werkelijkheid de begrenzings ook lastig vast te stellen. Deze begrenzings berusten niet op in de werkelijkheid visueel waarneembare grenzen, maar op bijvoorbeeld de verkeersregels die ter plaatse gelden. Zo kan een stopstreep als begrenzing worden opgenomen.

De snapshotbestanden die gebruikt zijn voor de gemeente Soest zijn eigenlijk zelf ook het resultaat van een overlay. Vlakinformatie en bebouwingsinformatie worden door de Topografische Dienst namelijk apart geleverd. Hierdoor heeft ook een overschatting van het oppervlak dat is veranderd plaatsgevonden. Bij het creëren van de overlay hebben de thematische kenmerken van het bebouwingsbestand voorrang gekregen. Op geometrisch vlak is dit echter niet gebeurd en zijn er gebouwen die over perceelsgrenzen zijn geprojecteerd, waardoor deze zijn opgedeeld in meerdere stukken. Bovendien zorgt het inbrengen van deze bebouwing ervoor dat het binnen de stadsgronden nog lastiger is om vast te stellen wat hier is gebeurd. Gebouwen staan namelijk meestal als eilanden binnen grotere stadsgrondenobjecten en brengen een extra ruisfactor met zich mee binnen de toch al complexe vormen van stadsgrondenobjecten.

Erven van boerenbedrijven zijn soms herkend als ruis. Dit komt door de eerder beschreven problematiek rondom bebouwing in combinatie met het feit dat deze erven vaak slechts een heel klein oppervlak in beslag nemen ten opzichte van het grote perceel, waaruit ze vaak zijn ontstaan. De gevonden ruis is weergegeven in Figuur 7-13.



Figuur 7-13 Ruis gevonden met de GeoStaF procedure.

Binnen het referentiegebied wordt met GeoStaF een percentage van 8,9% aan thematische veranderingen gevonden. In Figuur 7-11 zijn thematische veranderingen te herkennen als rearranged polygonobjectss with thematic change (heringedeelde vlakobjecten met thematische verandering) of als disappeared polygonobjects (vlakobjecten die zijn verdwenen), added polygonobjects (toegevoegde vlakobjecten) of replaced polygonobjects (vervangen vlakobjecten).

Het Vlagtwedde-gebied is op dezelfde wijze geanalyseerd als het Soest-gebied. Ook hier zijn de bebouwing en de infrastructuur samen met het water apart geanalyseerd. In de eerste fase, waarin alle overlaypolygonen zijn geanalyseerd, is gekozen voor de drempelwaarden 95% voor G1OlapThr en G1SumOlapThr en 100% voor de G2waarden. In de tweede fase zijn de drempelwaarden 85% voor G1OlapThr en G1SumOlapThr, 20% voor G2OlapThr en 90% voor G2AreaThr en G2ShapeThr gebruikt voor de analyse van bebouwing. In de derde fase is de infrastructuur samen met het water geanalyseerd en zijn de drempelwaarden 85% voor G1OlapThr en G1SumOlapThr, 40% voor G2OlapThr en 60% voor G2AreaThr en G2ShapeThr gebruikt. Weergaven van de verschillende tussenresultaten zijn opgenomen in Bijlage 11.

Op basis van de topografische gegevens is in het Vlagtwedde-studiegebied maar liefst 95% van het oppervlak betrokken bij een geometrische verandering. Het hoge percentage is voor een deel te verklaren door het voorkomen van greppels en sloten in snapshotbestand 1. Op tijdstip 2 (snapshot 2) zijn deze of niet opgenomen of verdwenen. Aangezien ze vaak als eilandpolygonen binnen grotere percelen liggen, constateert GeoStaF dat deze polygonen (de polygonen die de greppels voorstellen en de polygoon die een perceel beschrijft) op tijdstip 2 zijn samengevoegd. Verder heeft in vrijwel het gehele gebied waarschijnlijk herverkaveling plaatsgevonden, waardoor veel objecten terecht als rearranged, dissolved of broken zijn bestempeld. Overigens speelt ook de periode tussen de snapshots een rol in het hoge percentage veranderingen. In een periode van 14 jaar verandert er vaak meer dan in een periode van 4 jaar (zoals bij de Soest-gegevens).

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Hoofdstuk 8 geeft conclusies die volgen uit voorgaande hoofdstukken en enige aanbevelingen voor verder onderzoek. Met de conclusies in paragraaf 8.1 zijn de onderzoeksvragen uit paragraaf 1.4 beantwoord. Conclusies die betrekking hebben op de GeoStaF-procedure (hoofdstuk 7) worden als eerste genoemd, waarna conclusies betreffende de voorliggende hoofdstukken (en daarmee ook de onderzoeksvragen) één voor één volgen. Uit de conclusies volgen enige aanbevelingen in paragraaf 8.2.

8.1 Conclusies

Met de GeoStaF-procedure kunnen uitspraken worden gedaan over geometrische veranderingen van vlakobjecten op basis van topologische eigenschappen. Hiermee geeft de GeoStaF-procedure meer informatie dan de traditionele overlaytechniek kan geven. In tegenstelling tot de MonGis-procedure is in het eindresultaat de aard van de geometrische verandering makkelijk terug te vinden.

Naast de mogelijkheid om geometrische veranderingen op te sporen bestaat er de mogelijkheid met de GeoStaF-procedure ruis aan te wijzen en thematische veranderingen te vinden. Thematisch veranderde objecten kunnen in combinatie met de opgetreden geometrische verandering geïnterpreteerd worden naar de werkelijke aard van deze verandering (bijv. replacement).

De GeoStaF-procedure werkt het beste met datasets die gelijksoortige vlakobjecten beschrijven. Hiermee wordt bedoeld; een dataset met vlakobjecten die ongeveer overeenkomen in grootte en vorm. Voor deze datasets zijn drempelwaarden makkelijker vast te stellen. Deze drempelwaarden kunnen bovendien hoger worden ingesteld naarmate deze vlakobjecten groter zijn (waardoor ook de resultaten betrouwbaarder worden).

Werken met verschillende fasen, zoals dit binnen dit onderzoek is gedaan, is niet ideaal. Wel levert dit een toegevoegde waarde voor bestanden met grote diversiteit (zeer grote verschillen in grootte en vorm en/of veel objecten die geheel binnen andere objecten vallen). Het is beter een dergelijk complex bestand op te delen. De thematische opdeling die in de Top10vector-bestanden bestaat, geeft per kaartblad vlakobjecten die ongeveer overeenkomen in grootte en vorm. Het is dus af te raden deze bestanden (kaartbladen) voor analyse met GeoStaF eerst te combineren. Het combineren van resultaten kan beter achteraf plaatsvinden.

Bij de implementatie van GeoStaF is de aanname gemaakt dat, ondanks fouten in de georeferentie, een vlakobject uit snapshot 1, dat niet is veranderd, altijd een overlap zal hebben met hetzelfde object uit snapshot 2. Deze aanname beïnvloedt de werking van de procedure. Een onveranderd object dat op in snapshot 2 zover is verschoven dat er geen overlap meer bestaat, zal niet worden opgespoord.

De GeoStaF-procedure is simpel in gebruik en werkt relatief snel. De procedure is aan te roepen met slechts enkele argumenten. Alhoewel de computer redelijk wat rekenwerk dient te verrichten, werkt de procedure al vele malen sneller dan de MonGis-procedure. 'Spelen' met verschillende drempelwaarden en het vinden van thematische veranderingen op basis van een andere thematische attributen is eenvoudig.

De GeoStaF-procedure kan niet de begrenzing vinden van rearranged polygonobjects. Dit is een beperking, waardoor na toepassing van GeoStaF vooral binnen deze gebieden nog veel ruis te vinden is.

De gebruikte referentiegegevens blijken niet geschikt om puur de betrouwbaarheid van de GeoStaF-procedure te meten. Ten eertste omdat hiermee alleen de gevonden thematische verande-

ringen kunnen worden getoetst. Ten tweede omdat met de referentiegegevens ook de betrouwbaarheid van de datasets zelf wordt getoetst.

Voor visualisatie van de resultaten is gekozen voor één enkele kaart, die veranderingen weergeeft ten opzichte van tijdstip 2. Het maken van een enkele kaart kan in een kort tijdbestek en kost weinig moeite. Deze kaart geeft duidelijk weer welke overlaypolygonen geometrisch zijn veranderd. Het is echter lastig de begrenzingen van de vlakobjecten uit de twee snapshots terug te vinden.

Bij gegevens die volgens één van de besproken datamodellen zijn opgeslagen, is het altijd makkelijker om veranderingen op te sporen. Dit kan dan met een simpele bevraging. Toch kunnen er ook op basis van traditionele snapshots uitspraken worden gedaan over de opgetreden veranderingen. Deze uitspraken zijn echter minder betrouwbaar, omdat er bij de analyse altijd fouten kunnen optreden, er ruis zal blijven bestaan en de gegevens onafhankelijk van elkaar zijn ingezameld. Dit laatste kan bij één van de besproken datamodellen nooit het geval zijn.

Veranderingen zijn niet precies in de tijd te plaatsen (world time), omdat met snapshots is gewerkt waarvan de gegevens onafhankelijk van elkaar zijn verzameld. De world time ligt ook niet als thematisch gegeven opgeslagen in de topografische bestanden.

8.2 Aanbevelingen

Paragraaf 8.1 concludeert dat de gebruikte referentiegegevens niet geschikt zijn voor het meten van de betrouwbaarheid van de GeoStaF-resultaten. Met een nieuw op te zetten dataset, waarin alle denkbare veranderingssituaties zich voordoen, kan de betrouwbaarheid wel getoetst worden. Bovendien kan dan met deze dataset de invloed van de hoogte van de drempelwaarden beter onderzocht worden.

GeoStaF kan niet goed overweg met rearranged polygonobjects. De begrenzingen van gebieden die heringedeeld zijn, kan GeoStaF niet terugvinden. Een methode toevoegen waarmee dit wel kan, kunnen meer ruispolygonen in de overlay worden aangewezen.

Binnen dit onderzoek is besloten om te werken met snapshots. Veranderingen worden met GeoStaF gevonden tussen twee snapshots. Met een monitoringsysteem moet het mogelijk zijn veranderingen over meerdere snapshots te vinden en op te slaan. Onderzocht dient te worden hoe gevonden veranderingen opgeslagen kunnen worden in een datamodel, zodat deze veranderingen ook makkelijk op te roepen zijn en niet opnieuw gevonden hoeven te worden.

GeoStaF kan alleen veranderingen opsporen met vectorgestructureerde vlakgegevens. De mogelijkheden dienen onderzocht te worden om ook vectorgestructureerde punt- en lijngegevens te kunnen analyseren.

Voor de visualisatie is binnen dit onderzoek gekozen voor een enkele kaart. Het opstellen van een dergelijke kaart werkt snel en simpel. Het is echter lastig deze kaart te interpreteren, vooral omdat de begrenzingen van de vlakobjecten uit snapshot 1 en 2 moeilijk zijn terug te vinden. Hoe de geometrische veranderingen gevonden met een procedure als GeoStaF het beste weergegeven kunnen worden, moet nader worden onderzocht.

LITERATUUR

Van Asperen, P. (1996). *Digital updates at the Dutch topographic service*. Presented at the XVIII ISPRS-Congress, Vienna.

Van den Berg, L.M., R.J.A. van Lammeren & W.D.A. van den Bosse (1996). *Verstedelijking in het landelijk gebied; Typering van een proces en ontwikkeling van een methode voor monitoring*. Rapport 451. DLO Starin Centrum, Wageningen.

Candy, J.T. (1995). *Development of a prototype Temporal Geographic Information System*. M.Sc.-thesis. Department of Geography. Simon Fraser University, Canada.

Chrisman, N.R. (1997). *Exploring geographic information systems*. John Wiley & Sons, Inc. New York etc, United States of America.

Dijkstra, H. & J. Roos-Klein Lankhorst (1995). *Haalbaarheidsstudie meetnet landschap*. Onderzoeksreeks Nota Landschap nr.4, SC-DLO Rapport 390. DLO Starin Centrum & IKC-Natuurbeheer, Wageningen.

Hendriks, P.H.J. & H.F.L. Ottens Redacteurs (1997). *Geografische Informatie Systemen in ruimtelijk onderzoek*. Van Gorcum, Assen.

Jansen, C. (1997). *Analyse van veranderingen in patronen en elementen in het landschap met topografische kaarten en GIS*. Afstudeerscriptie Landbouwuniversiteit Wageningen.

Janssen, M.P.J.M., H.C. van Latesteijn & E.M.J. Meijers (1983). *Biologische meetnetten: Meten aan de natuur. Een studie naar een aantal methodologische aspecten van beleidsgerichte biologische meetnetten*. Deel 1: Hoofdrapport. Rijksuniversiteit, Leiden.

Kraak, M.J. (1998). *Exploratory Cartography: Maps as tools for discovery*. Inaugural address. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede.

Kraak, M.J. (2000). *Visualisation of the time dimension*. In: Time in GIS: Issues in spatio-temporal modelling. Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft. blz. 27-35.

Van Lammeren, R. (1997). *GIS and landevaluation: Mapping the changes*. Versie Quasi, 1997: H6 + H7. Collegediktaat, Wageningen Universiteit.

Langran, G. (1992). *Time in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis, London, New York, Philadelphia.

MacEachren, A. (1994). *Time as cartographic variable*. In: Visualization in geographical information systems. Edited by: H.M. Hearnshaw & D.J. Unwin. 115-130.

Van der Meer, A.M. & M. Molenaar (1995). *Basisbegrippen GIS*. Conceptversie Collegediktaat. Werkproep GIS en Teledetectie, Landbouwuniversiteit Wageningen.

Meijners, R.H. (1998). *GIS Monitoring Landgebruik. Een casestudie in de gemeente Soest naar de bruikbaarheid van de CBS-bodemstatistiek, het LGN-bestand en de TOP10vector voor GIS monitoring landgebruik*. Interne Mededeling 529. DLO Starin Centrum, Wageningen.

Oosterom, P. van & B. Maessen (1997). *Geographic query tool*. Third Joint European Conference & Exhibition on geographical information (JEC-GI'97), 177-186.

Peuquet, D.J. (1999) *Time in GIS and geographic Databases*. In: Longley, P.A., M.F. Goodchild, D.J. Maguire & D.W. Rhind (editors). *Geographical information systems; volume 1; principles and technical issues; second edition*. John Wiley & Sons, inc., New York. 91-103.

Peuquet, D.J. (2000). *Space-time representation: An overview*. In: *Time in GIS: Issues in spatio-temporal modelling*. Nederlandse Commissie voor Geodesie, Delft. blz. 3-12.

Peuquet, D.J. & N. Duan (1995). *An event-based spatiotemporal data model (ESTDM) for temporal analysis of geographical data*. In: *Int. J. Geographical Information Systems*, Vol. 9, no. 1, 7-24.

Roepers, R.G. (unpublished). *Methode van aanpak GIS analyse van ecologische structuren in het landschap en veranderingen in de tijd in relatie tot agrarische veranderingen*. Ongepubliceerd artikel, Wageningen Universiteit.

Roepers, R.G. (1997). *Landscape ecological changes in agricultural landscapes: a method for field research*. Paper presented at the Ph.D-course 'Landscape Ecology and the dynamics of agricultural landscapes' at Roskilde University Centre, Denmark. pp. 283-288.

Sonneveld, M. & J. van den Brink (1999). *Documentatie MonGis; Uitleg bij de implementatie en het gebruik van de monitorings procedure MonGis (v.1.1)*. Documentatie geleverd bij MonGis-procedure, Wageningen.

Uitermark, H., P. van Oosterom, N. Mars & M. Molenaar (1998). *Propagating updates: Finding corresponding objects in a multi-source environment*. International symposium for spatial data handling (SDH'98).

Veregin (1999). *Data Quality parameters*. In: Longley, P.A., M.F. Goodchild, D.J. Maguire & D.W. Rhind (editors). *Geographical information systems; volume 1; principles and technical issues; second edition*. John Wiley & Sons, inc., New York. 177-189.

Zeeuw, C.J. de, A.K. Bregt, M.P.W. Sonneveld & J.A.T. van den Brink (in preparation). *Geo-information for monitoring land use. From map overlay towards object driven noise reduction*. Unpublished Article, Wageningen.

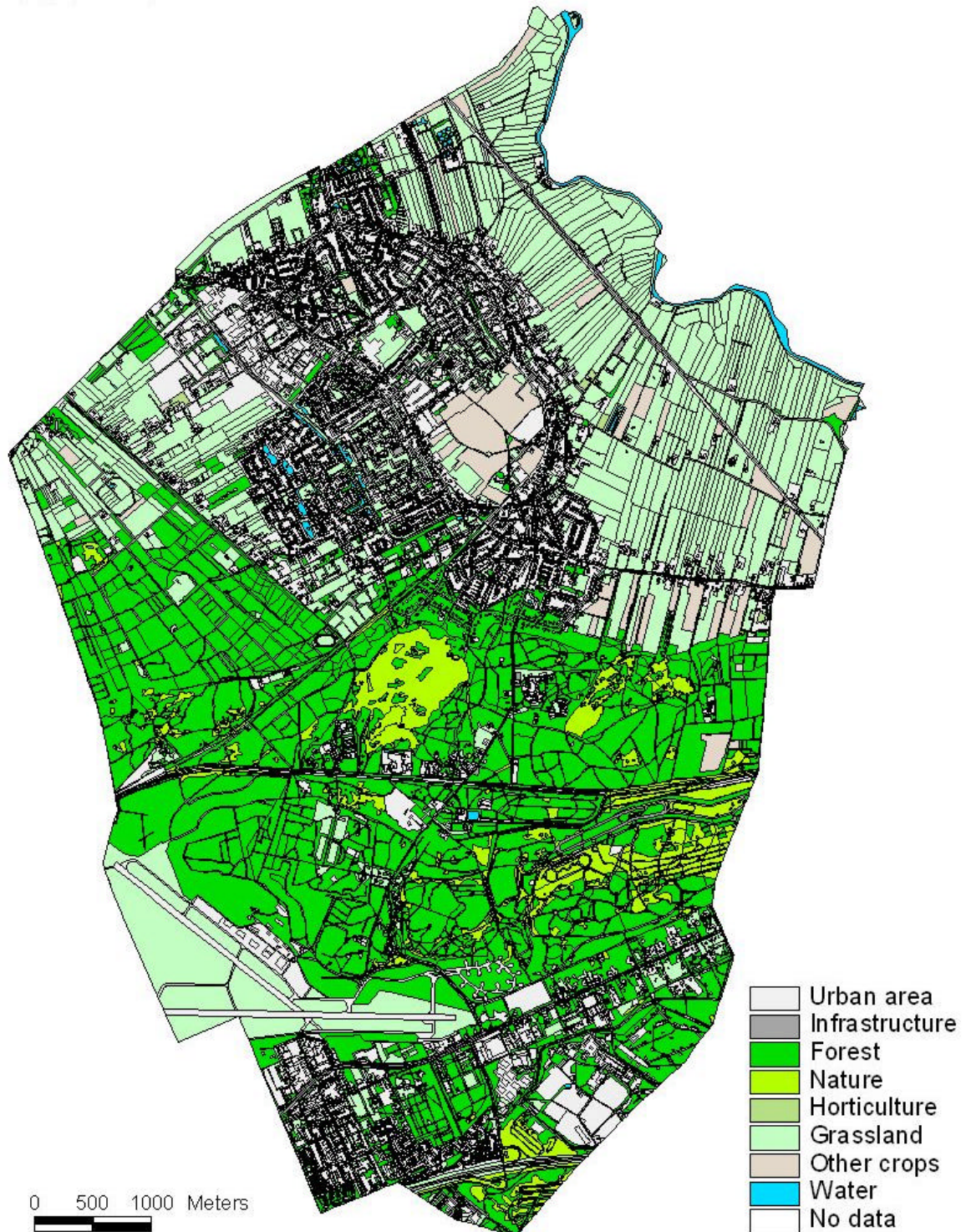
Zeeuw, C.J. de & G.W. Hazeu (2001). *Monitoring land use changes using geo-information. Possibilities, methods and adapted techniques*. Alterra-rapport 214, CGI-report 9. Alterra, Green World Research, Wageningen.

Zeeuw, C.J. de, R.H. Meijners & A.K. Bregt (1999). *Geo-informatie voor monitoring landgebruik; Veranderingen om ons heen of ruis in de databestanden?* In: *Geodesia*, volume 99-3, pp. 133-139.

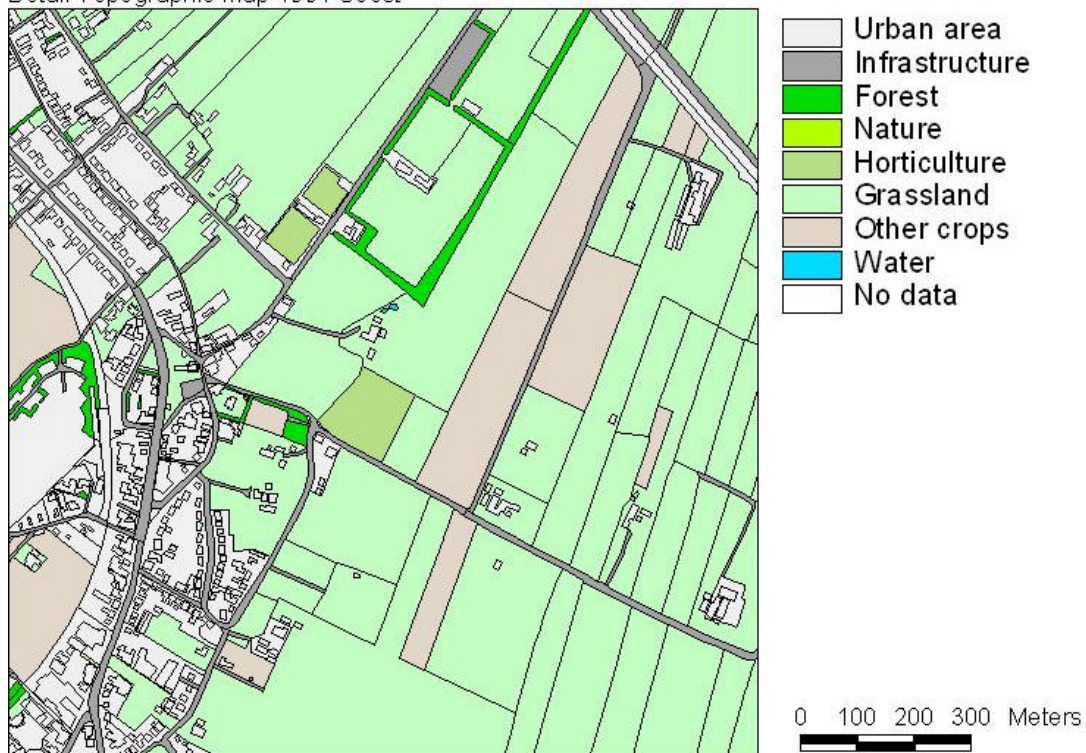
BIJLAGEN

Bijlage 1 Topografische kaarten

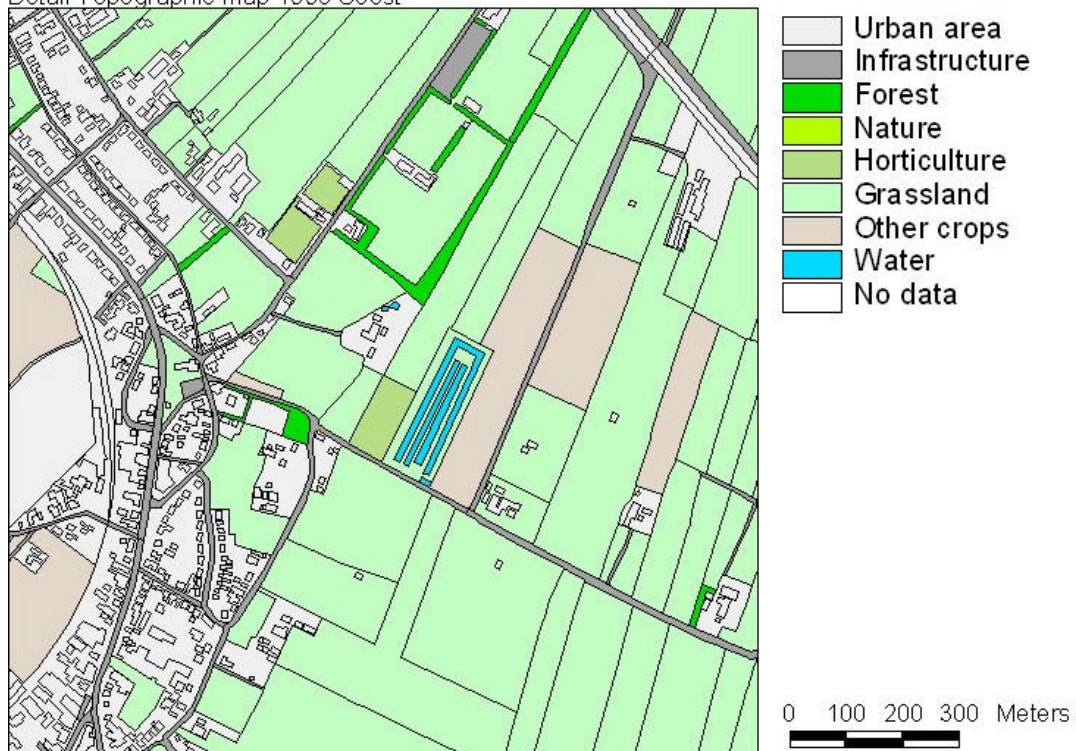
Topographic map 1995 Soest



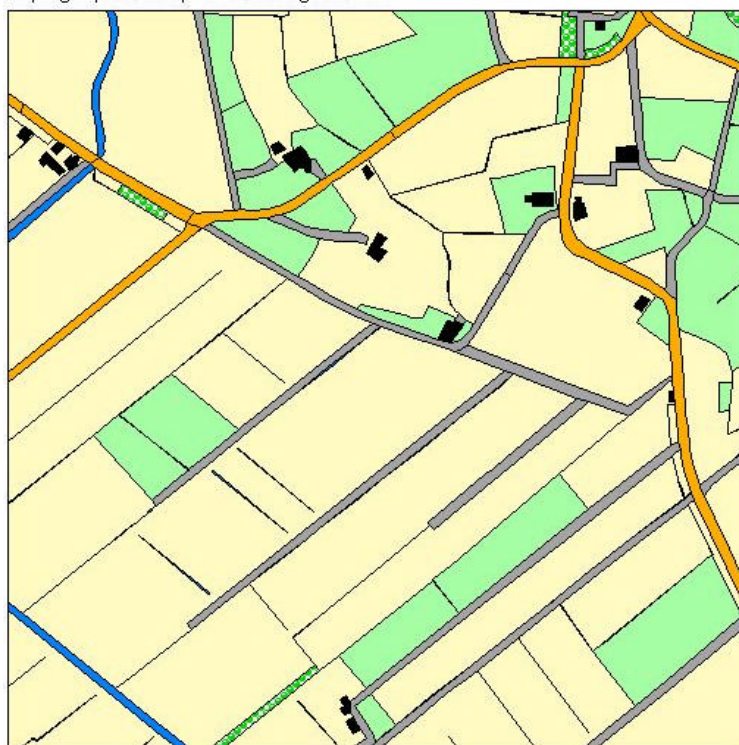
Detail Topographic map 1991 Soest



Detail Topographic map 1995 Soest



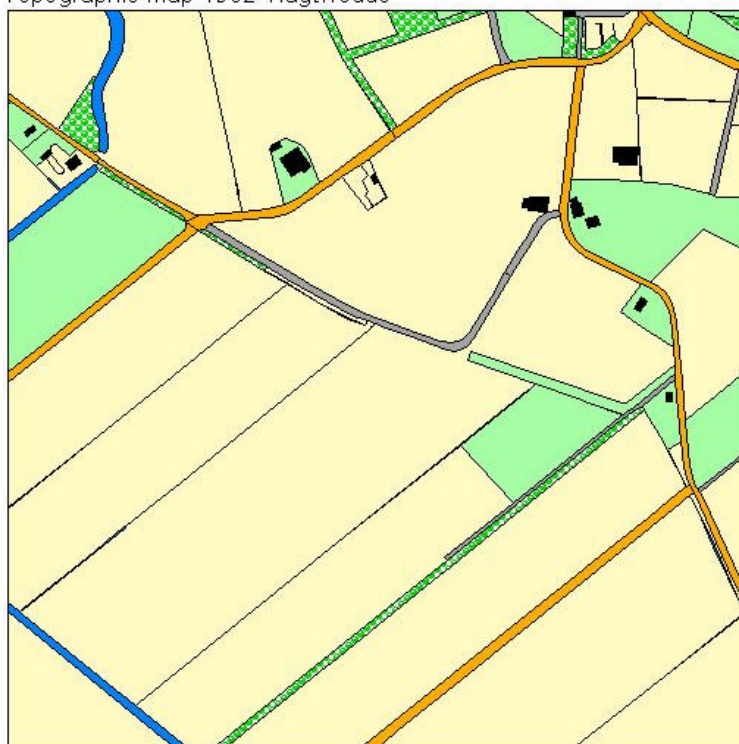
Topographic map 1968 Vlagtwedde



- building
- paved road
- dirt road
- deciduous wood
- other
- grassland
- water

0 100 200 300 Meters

Topographic map 1982 Vlagtwedde



- building
- paved road
- dirt road
- deciduous wood
- other
- grassland
- water

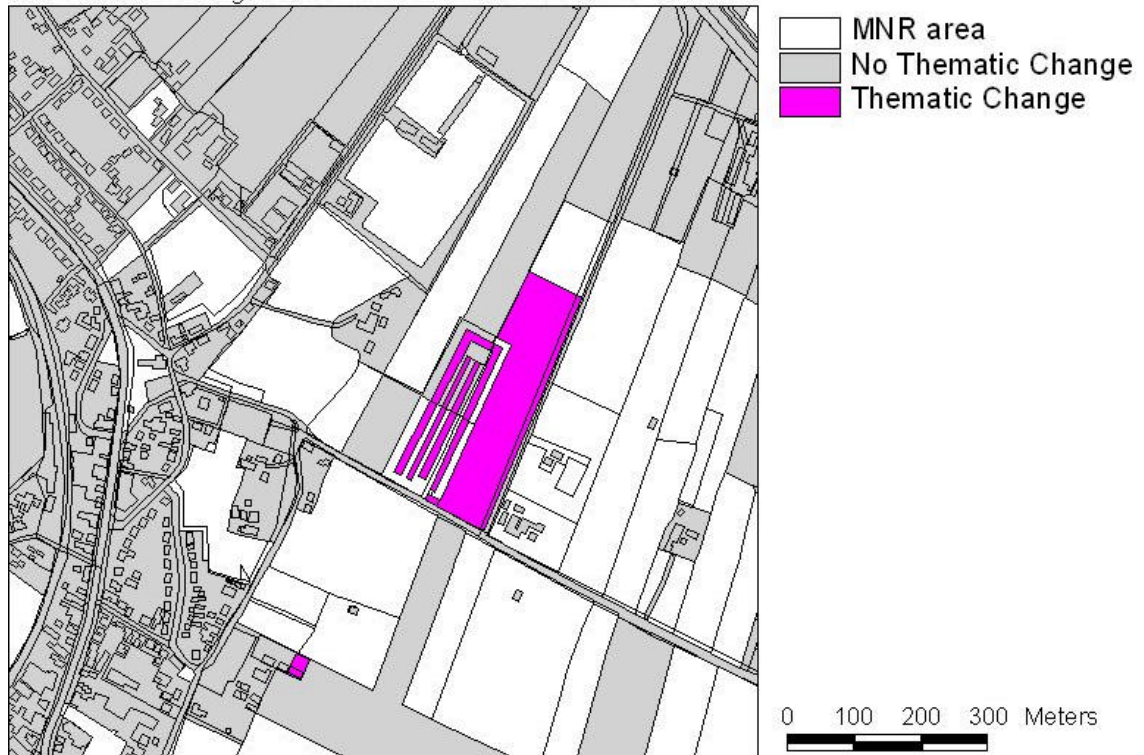
0 100 200 300 Meters

Bijlage 2 Referentiedataset

Thematic changes 1991-1995 reference data Soest



Detail thematic changes 1991-1995 reference data Soest



Bijlage 3 Legendastructuren

Thematic legend for Soest at three semantic levels

Ref_1 SuperClass	Ref_2 Class	Ref_3 SubClass
1000 Urban area & Infrastructure	100 Urban area	1 Buildings 3 City grounds 14 Other urban use
	101 Infrastructure	6 Infrastructure
2000 Forest & Nature	200 Forest	7 Deciduous forest 8 Coniferous forest 9 Mixed forest 10 Withy ground
	201 Nature	11 Heath 12 Sand
	300 Horticulture	15 Orchard 16 Tree nursery 17 Greenhouses
	301 Grassland	24 Grassland
	302 Other crops	25 Other crops
4000 Water	400 Water	13 Water

Thematic legend for Vlagtwedde at three semantic levels

SuperClass	Class num Class	SubClass
built area	1 buildings & yards	building premises
	2 paved road	main road locale road partly paved road
	3 dirt road	dirt road
	4 path	bicycle path walking path
partition	5 partition	partition
	6 partition in decay	partition in decay
woodland	7 deciduous wood	deciduous wood
	8 other woodland	mixed wood coniferous wood wicker coppice
	9 other	other
	10 grassland	grassland
semi-natural area	11 rough grassland	rough grassland bracken and rough grassland bracken
	12 scrub	scrub
	12 outcrop	outcrop
	14 wet pasture	wet pasture
	15 heath	heath
	16 marsh	marsh
water	17 water	ditch/channel water-area

Bijlage 4 Traditionele overlay

Detail Traditional overlay 1991-1995 Soest



- Top10_95
- Top10_91
- No Thematic Change
- Thematic Change

0 100 200 300 Meters

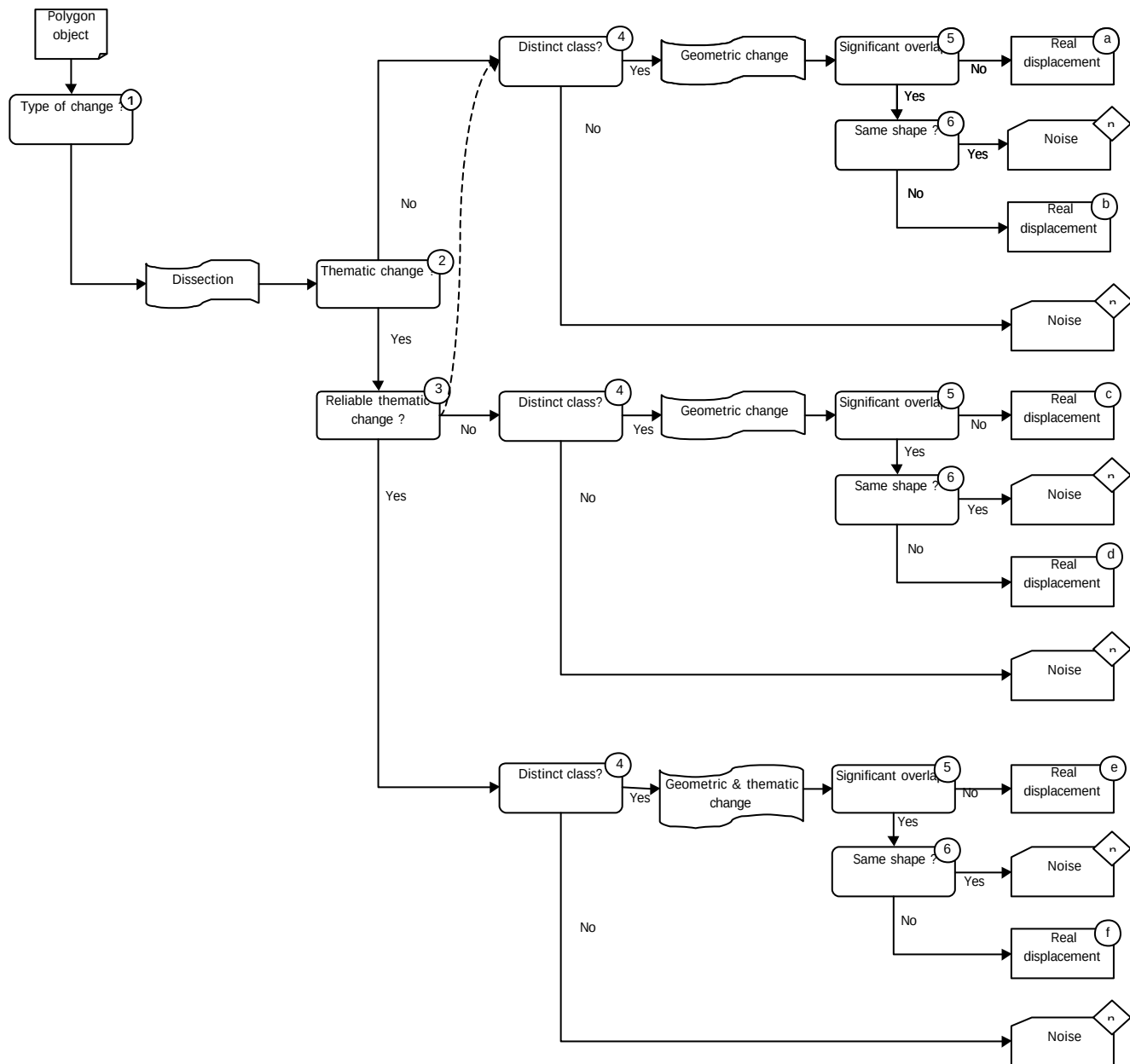
Traditional overlay 1968-1982 Vlagtwedde

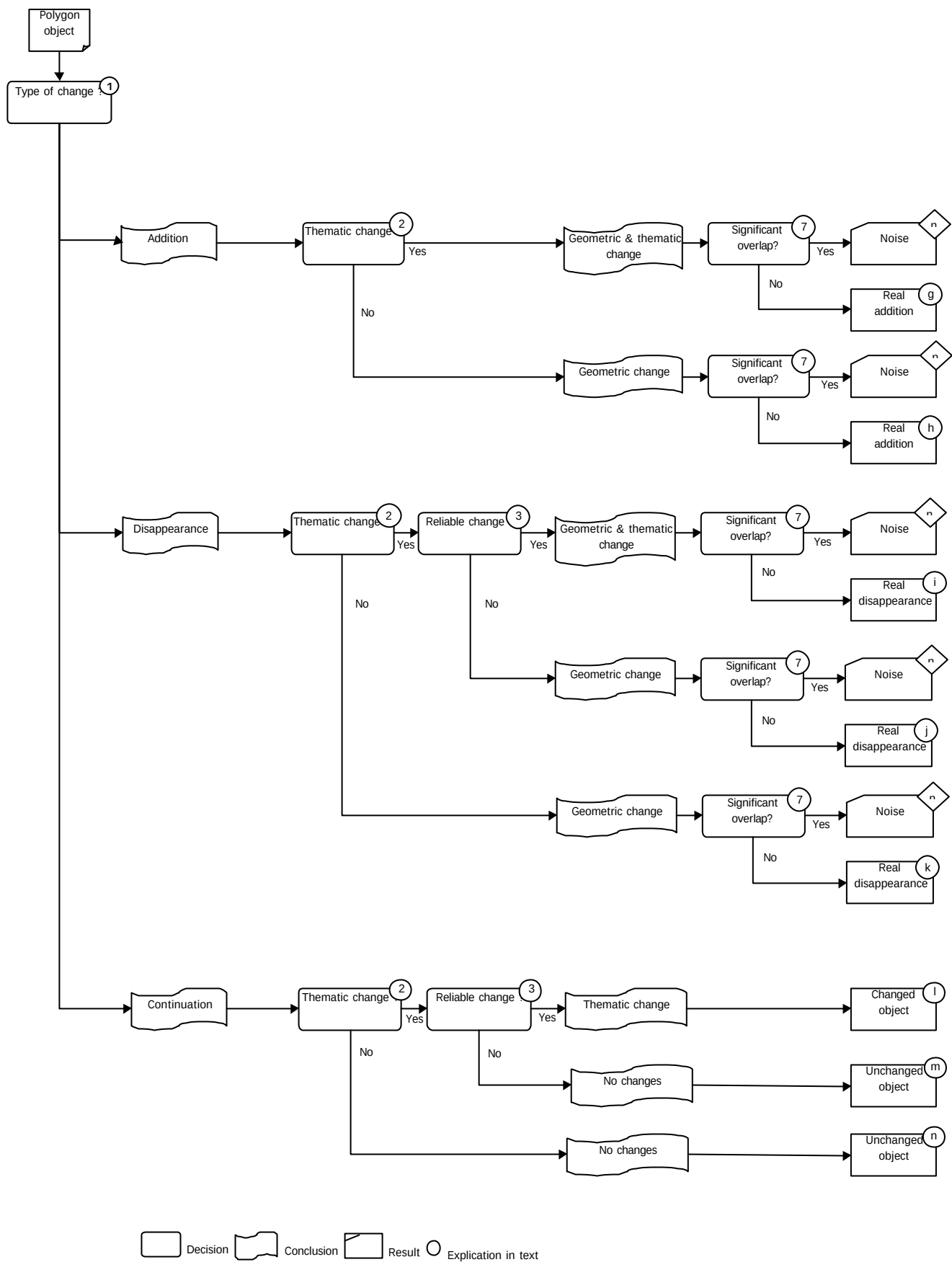


- 1982
- 1968
- No thematic change
- Thematic change

0 100 200 300 Meters

Bijlage 5 Flowchart MonGis



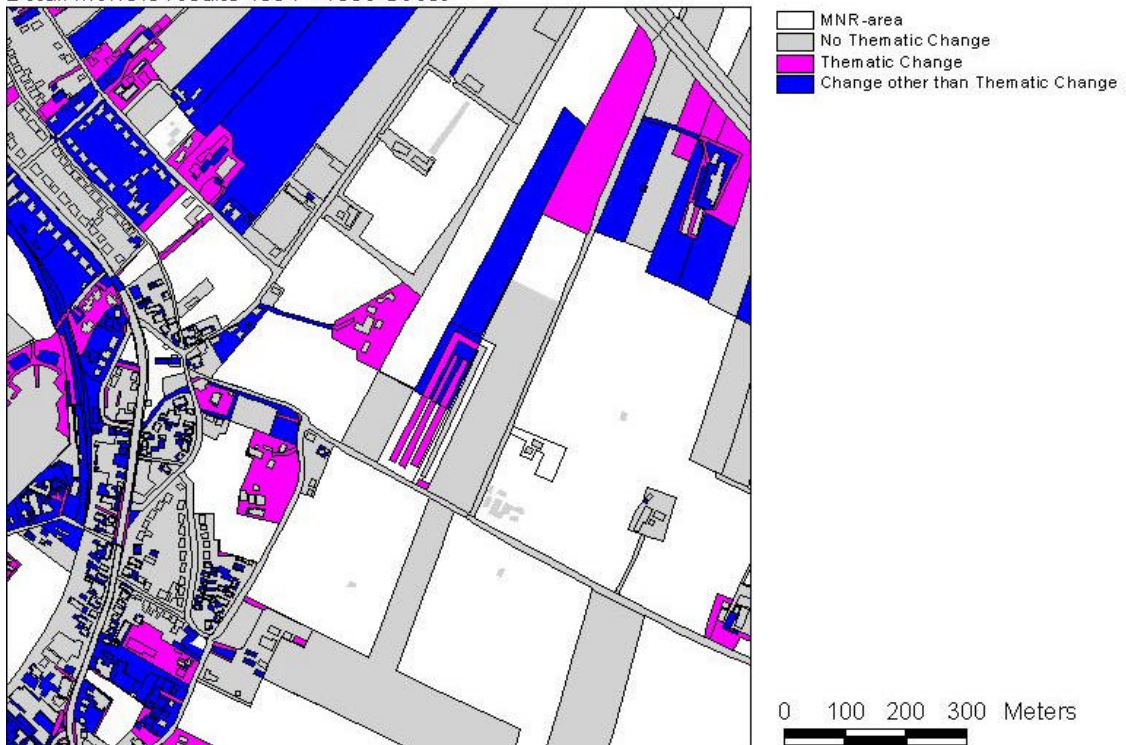


Bijlage 6 Toelichting op MonGis beslissingsregels

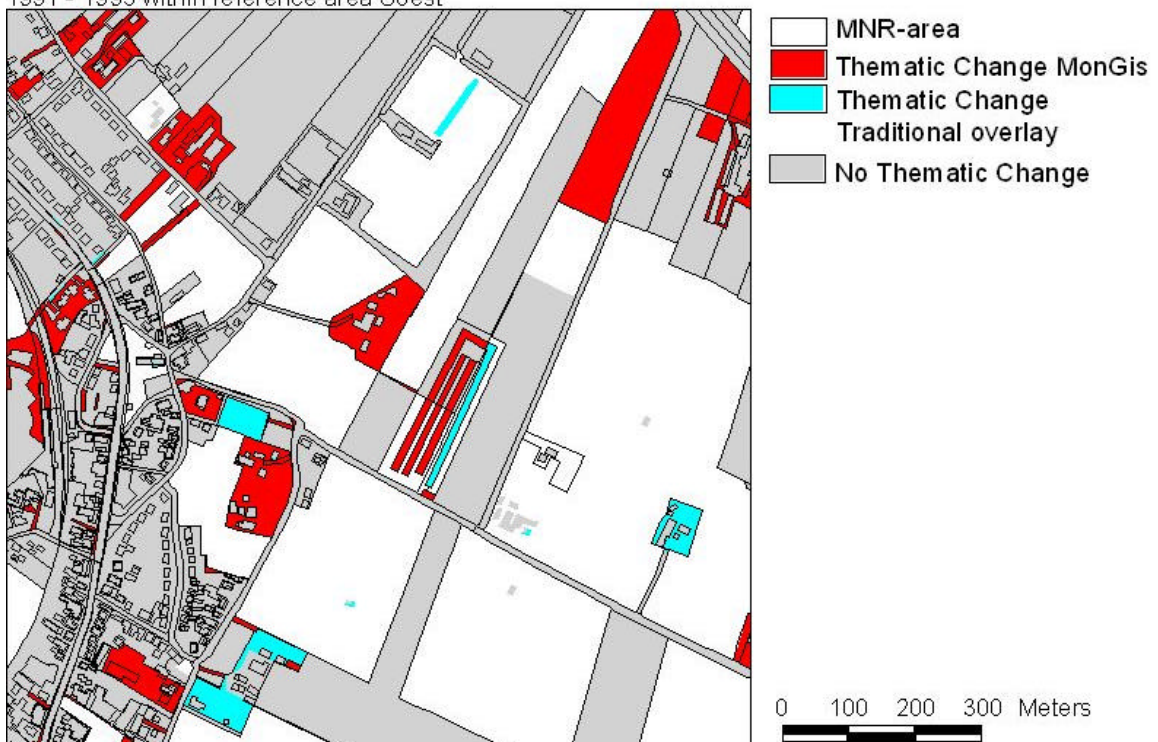
	Beslissing ten aanzien van:	Verklaring
①	Type geometrische verandering	Voor elke polygoon in de overlaydataset wordt bepaald tot welke geometrische veranderingsklasse deze behoort. De polygonen kunnen worden ingedeeld in de klassen continuation, addition, disappearance of intersection. Bepalend voor de toewijzing is het aantal malen dat het ID-nummer van t_1 en het ID-nummer van t_2 voorkomt (zie paragraaf 6.1)
②	Thematische verandering	Voor alle polygonen in de overlaydataset wordt nagekeken of de attribuutwaarde van t_1 anders is of gelijk is aan de attribuutwaarde van t_2 .
③	Thematische betrouwbaarheid	Wanneer er inderdaad een thematische verandering heeft plaatsgevonden, is deze dan betrouwbaar? De betrouwbaarheid wordt vastgesteld op basis van afwijking ten opzichte van gemiddelde waarden voor oppervlakte en vormfactor.
④	Thematische klasse-onderscheid	Is de klasse voldoende onderscheiden van andere klassen zodat deze naar behoren geëvalueerd kan worden? Bepaalde klassen zijn redelijk onduidelijk gedefinieerd en vertonen een soort van overlap met andere klassen (bijvoorbeeld in TOP10Vector de klasse overig bodemgebruik met gras). Dit soort klassen kunnen dan verder uitgesloten worden van de procedure.
⑤	Overlap	De relatieve overlapperpercentages worden bepaald voor de overlaypolygoon met het object van t_1 en met het object van t_2 . Deze overlapperpercentages worden vergeleken met een door de gebruiker ingevoerde drempelwaarde. Wanneer één of meer van de overlapperpercentages onder de drempelwaarde valt wordt de verandering als werkelijke verandering aangemerkt.
⑥	Vorm	De vormfactoren van t_1 en t_2 worden met elkaar vergeleken. Deze is gedefinieerd als de oppervlakte gedeeld door de het kwadraat van de omtrek. De overeenkomst in vorm wordt uitgedrukt in een percentage. Ligt dit percentage hoger dan de hiervoor ingestelde drempelwaarde dan wordt de verandering als werkelijke verandering aangemerkt.
⑦	Eilandoverlap	Deze evaluatie geldt alleen voor 'eiland'-polygonen en is vergelijkbaar met de overlap-evaluatie voor doorsneden polygonen. Hier wordt echter een verandering als werkelijke verandering aangemerkt wanneer een eiland-polygoon minder overlap heeft met het omringende polygoon dan de hiervoor door de gebruiker ingestelde drempelwaarde.

Bijlage 7 Resultaten MonGis

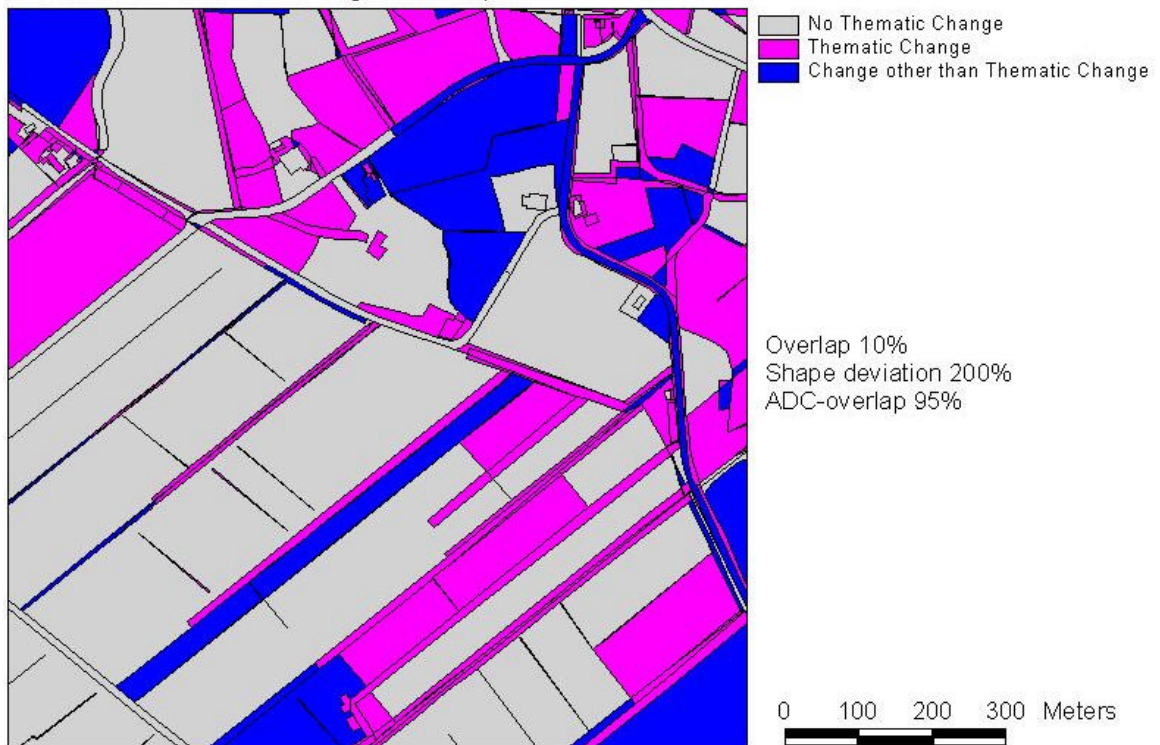
Detail MonGis results 1991 - 1995 Soest



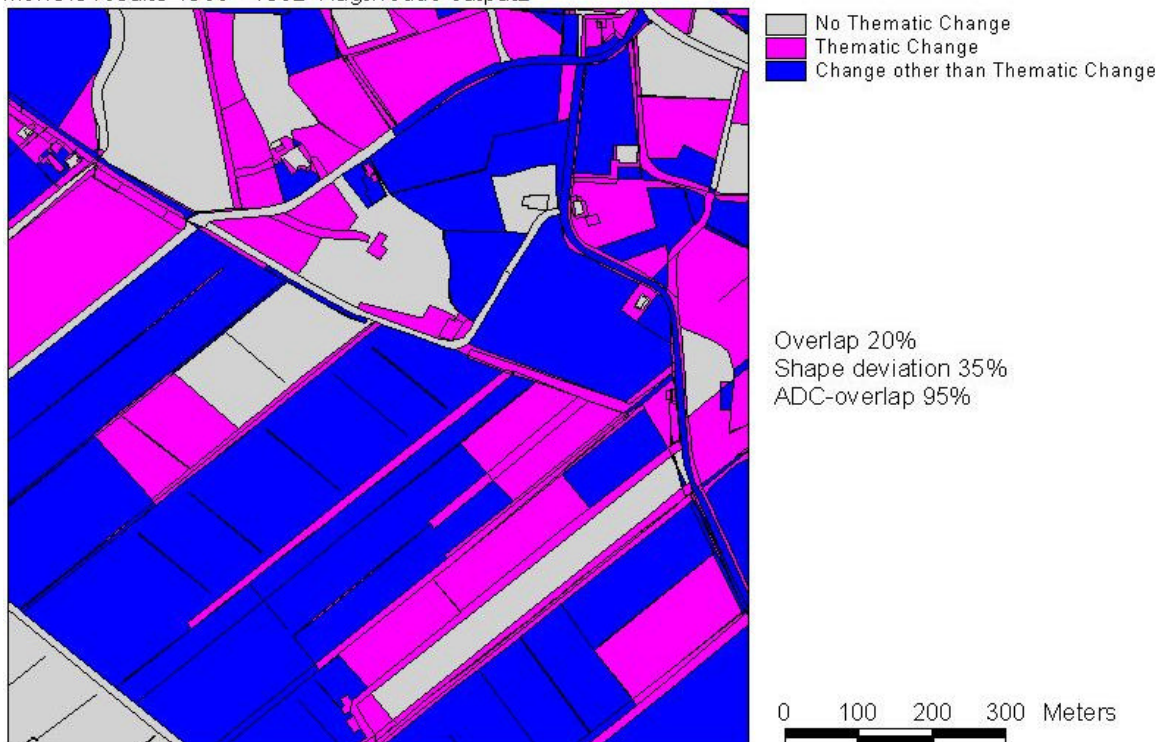
Projection MonGis results over results found with traditional overlay 1991 - 1995 within reference area Soest



MonGis results 1968 - 1982 Vlagtwedde output1

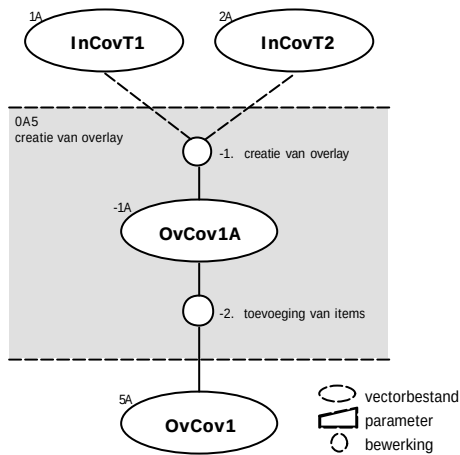


MonGis results 1968 - 1982 Vlagtwedde output2

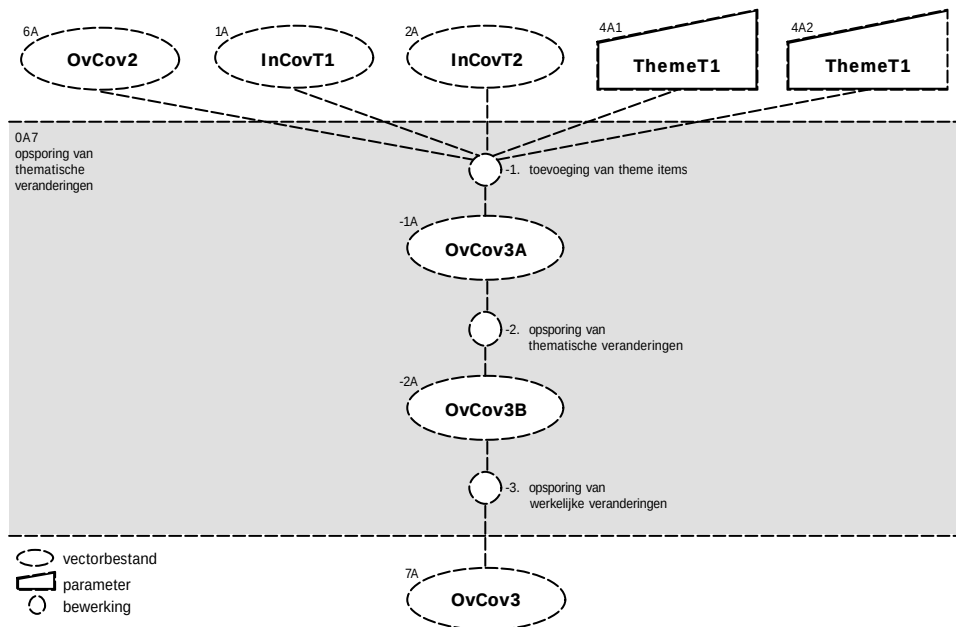


Bijlage 8 Activiteitschema's GeoStaF

ISAC activiteitschema van de creatie van de overlay.



ISAC activiteitschema van de opsporing van thematische veranderingen.



Bijlage 9 Toelichting op activiteitschema's

<i>Activiteit</i>	<i>Macro</i>	<i>Omschrijving</i>
5 creatie van overlay	createoverlay.aml	Controleert de invoer en roept vervolgens de macro's aan die de overlay daadwerkelijk creëren.
51 creatie van overlay	o_prep.aml	Voert de overlay-operatie uit en zorgt dat de Area- en Perimeter-items beschikbaar zijn in de polygoonattribuuttabel van de overlay.
52 toevoeging van items	o_items.aml	Voegt de items OlapT1, OlapT2, SimArea, ShapeT1, ShapeT2 en SimShape toe aan de overlaypolygoonattribuuttabel. Waarden voor deze items kunnen worden berekend zonder drempelwaarden en zijn in de volgende fase nodig voor het vinden van geometrische veranderingen.
6 opsporing van geometrische veranderingen	findgchange.aml	Controleert de invoer en roept vervolgens de macro's aan die de geometrische veranderingen daadwerkelijk opsporen.
61 toevoeging van items	g_items.aml	Voegt de items SUM-OlapT1, SUM-OlapT2, CountT1 en CountT2 toe aan de overlaytabel. Voor berekening van de waarden voor deze items worden de eerder toegevoegde items en de ingevoerde drempelwaarden gebruikt.
62 opsporing van geometrische veranderingen	g_gchange.aml	Spoort geometrische veranderingen op aan de hand van een aantal beslisregels. Met behulp van deze beslisregels worden die polygonen geselecteerd die geen ruis voorstellen en behoren tot een bepaald type geometrische verandering. Vervolgens wordt aan deze polygonen een specifieke waarde voor het type geometrische verandering toegekend (item GChange).
63 opsporing van ruis	g_noise.aml	Spoort ruispolygonen op, behorende bij overlaypolygonen waaraan een type geometrische verandering is toegekend (items noise, MAX-GChangeT1 en MAX-GChangeT2).
64 berekening van veranderingsoppervlakten	g_area.aml	Berekent het betrokken oppervlak bij een geometrische verandering (item GArea).

7 opsporing van thematische veranderingen	findtchange.aml	Controleert de invoer en roept vervolgens de macro's aan die de thematische veranderingen daadwerkelijk opsporen.
71 toevoeging van theme-items	t_prep.aml	Maakt een copy van de Theme items uit het T1- en T2-bestand en voegt deze items toe aan de overlaytabel.
72 opsporing van thematische veranderingen	t_tchange.aml	Spoort thematische veranderingen op (items TChange en MAX-TChange). Deze worden gevonden door vergelijking van de Theme-waarden in combinatie met de gevonden geometrische verandering.
73 opsporing van werkelijke veranderingen	t_rchange.aml	Spoort werkelijke veranderingen op aan de hand van de gevonden geometrische en thematische veranderingen (item rchange).

Bestand of Parameter	Omschrijving
1A InCovT1	Bestand met T1-objecten.
2A InCovT2	Bestand met T2- objecten.
3A Drempelwaarden	Parameters die de drempelwaarden voorstellen.
3A1 G1OlapThr	Overlap drempelwaarde.
3A2 G1SumOlapThr	Overlap drempelwaarde voor merged of divided polygonobjects.
3A3 G2OlapThr	Overlap drempelwaarde.
3A4 G2AreaThr	Drempelwaarden voor de overeenkomst in oppervlakte (area).
3A5 G2ShapeThr	Drempelwaarden voor de overeenkomst in omtrek (perimeter).
4A Legenda items	Parameters die de Attribuutitemnamen voorstellen.
4A1 ThemeT1	Attribuutitem dat het te onderzoeken thema bevat voor T1-objecten.
4A2 ThemeT2	Attribuutitem dat het te onderzoeken thema bevat voor T2-objecten.
5A OvCov1	Bestand met overlaypolygonen. Items in de attribuuttabel: %CovT1T2% #, %CovT1T2% -ID, area, perimeter, %InCovT1% #, AreaT1, PerT1, %InCovT2% #, AreaT2, PerT2, OlapT1, OlapT2, SimArea, ShapeT1, ShapeT2 en SimShape.
51A OvCov1A	Bestand met overlaypolygonen. Items in de attribuuttabel: %CovT1T2% #, %CovT1T2% -ID, area, perimeter, %InCovT1% #, AreaT1, PerT1, %InCovT2% #, AreaT2 en PerT2.

6A OvCov2	Bestand met overlaypolygonen. In de attribuuttabel zijn naast de items genoemd bij OVCov1 terug te vinden: SUM-OlapT1, SUM-OlapT2, CountT1, CountT2, GChange, Noise, MAX-GChangeT1, MAX-GChangeT2 en GArea.
61A OvCov2A	Bestand met overlaypolygonen. In de attribuuttabel zijn naast de items genoemd bij OVCov1 terug te vinden: SUM-OlapT1, SUM-OlapT2, CountT1 en CountT2.
62A OvCov2B	Bestand met overlaypolygonen. In de attribuuttabel zijn naast de items genoemd bij OVCov1 terug te vinden: SUM-OlapT1, SUM-OlapT2, CountT1, CountT2 en GChange.
63A OvCov2C	Bestand met overlaypolygonen. In de attribuuttabel zijn naast de items genoemd bij OVCov1 terug te vinden: SUM-OlapT1, SUM-OlapT2, CountT1, CountT2, GChange, Noise, MAX-GChangeT1 en MAX-GChangeT2.
7A OvCov3	Bestand met overlaypolygonen. In de attribuuttabel zijn naast de items genoemd bij OVCov2 terug te vinden: %.ThemeT1%T1, %.ThemeT2%T2, TChange, MAX-TChange en RChange.
71A OvCov3A	Bestand met overlaypolygonen. In de attribuuttabel zijn naast de items genoemd bij OVCov2 terug te vinden: %.ThemeT1%T1 en %.ThemeT2%T2.
72A OvCov3B	Bestand met overlaypolygonen. In de attribuuttabel zijn naast de items genoemd bij OVCov2 terug te vinden: %.ThemeT1%T1, %.ThemeT2%T2, TChange en MAX-TChange.

Bijlage 10 Verklaring items in overlaytabel

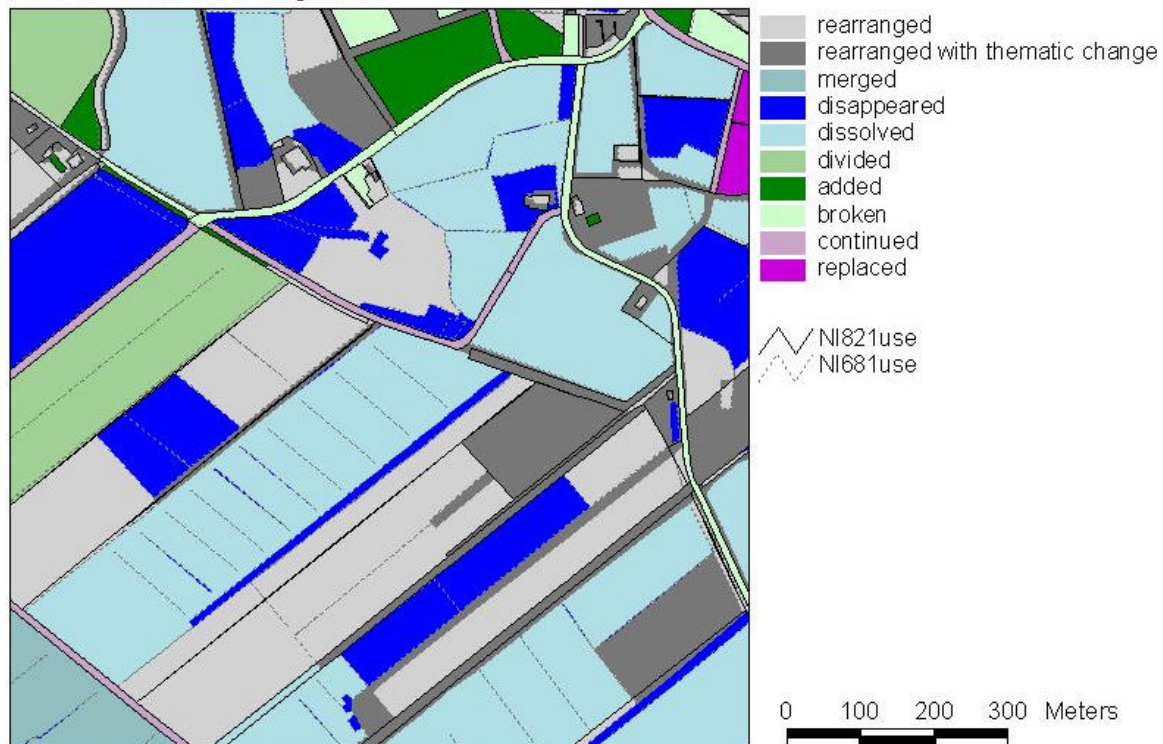
<i>Item</i>	<i>Gecreëerd met</i>	<i>Omschrijving</i>
%.CovT1T2%#	o_prep.aml	Intern polygoonnummer van overlaypolygoon.
%.CovT1T2%-ID	o_prep.aml	Polygoonidentificatienummer van overlaypolygoon.
Area	o_prep.aml	Polygoonoppervlakte van overlaypolygoon.
Perimeter	o_prep.aml	Polygoonomtrek van overlaypolygoon.
%.InCovT1%#	o_prep.aml	Intern polygoonnummer van T1-object.
AreaT1	o_prep.aml	Polygoonoppervlak van T1-object.
PerT1	o_prep.aml	Polygoonomtrek van T1-object.
%.InCovT2%#	o_prep.aml	Intern polygoonnummer van T2-object.
AreaT2	o_prep.aml	Polygoonoppervlak van T2-object.
PerT2	o_prep.aml	Polygoonomtrek van T2-object.
OlapT1	o_items.aml	Overlappercentage van overlaypolygoon ten opzichte van T1-object. Voor iedere overlaypolygoon geldt: $OlapT1 = Area / AreaT1 * 100\%$
OlapT2	o_items.aml	Overlappercentage van overlaypolygoon ten opzichte van T2-object. Voor iedere overlaypolygoon geldt: $Area / AreaT2 * 100\%$
SimArea	o_items.aml	Overeenkomst in oppervlak tussen T1- en T2-object uitgedrukt in een percentage liggend tussen 0 en 100 procent. Als $AreaT1 \geq AreaT2$ dan: $SimArea = AreaT1 / AreaT2 * 100\%$ Als $AreaT1 < AreaT2$ dan: $SimArea = AreaT2 / AreaT1 * 100\%$
ShapeT1	o_items.aml	Vormfactor voor T1-object. Voor ieder T1-object geldt: $ShapeT1 = 4 * 3.142 * AreaT1 / (PerT1 * PerT1)$
ShapeT2	o_items.aml	Vormfactor voor T2-object. Voor ieder T2-object geldt: $ShapeT2 = 4 * 3.142 * AreaT2 / (PerT2 * PerT2)$
SimShape	o_items.aml	Overeenkomst in vormfactor tussen T1- en T2-object uitgedrukt in een percentage liggend tussen 0 en 100 procent. Als $ShapeT1 \geq ShapeT2$ dan: $SimShape = ShapeT1 / ShapeT2 * 100\%$ Als $ShapeT1 < ShapeT2$ dan: $SimShape = ShapeT2 / ShapeT1 * 100\%$

SUM-OlapT1	g_items.aml	Sommatie OlapT1-waarden per T1-object. Alleen OlapT1-waarden van die overlaypolygonen die een OlapT2-waarde hebben die hoger is dan de overlapdrempelwaarde (G1OlapThr) worden gesommeerd. Als OlapT2 >= G1OlapThr dan: SUM-OlapT1 = sommatie OlapT1 per T1-object.
SUM-OlapT2	g_items.aml	Sommatie OlapT2-waarden per T2-object. Alleen OlapT2-waarden van die overlaypolygonen die een OlapT1-waarde hebben die hoger is dan de overlapdrempelwaarde (G1OlapThr) worden gesommeerd. Als OlapT1 >= G1OlapThr dan: SUM-OlapT2 = sommatie OlapT2 per T2-object.
CountT1	g_items.aml	Aantal T1-objecten per T2-object. Alleen die T1-objecten worden geteld die een OlapT1-waarden hebben die hoger is dan de overlapdrempelwaarde (G1OlapThr). Als OlapT1 >= G1OlapThr dan: CountT1 = aantal T1-objecten per T2-object.
CountT2	g_items.aml	Aantal T2-objecten per T1-object. Alleen die T2-objecten worden geteld die een OlapT2-waarden hebben die hoger is dan de overlapdrempelwaarde (G1OlapThr). Als OlapT2 >= G1OlapThr dan: CountT2 = aantal T2-objecten per T1-object.
GChange	g_gchange.aml	Type geometrische verandering die heeft plaatsgevonden. 0: rearranged (opnieuw ingedeeld). 1: merged (samen gevoegd). 2: divided (opgedeeld). 3: dissolved (opgelost in groter object). 4: broken (opgebroken stuk van groter T1-object). 5: continued (gecontinueerd).
Noise	g_noise.aml	Type ruis. 0: geen ruis. 1: ruis binnen T1-object. 2: ruis binnen T2-object.
MAX-GChangeT1	g_noise.aml	Nodig om T1-ruis te bepalen. Bevat hoogste GChangewaarde per T1-object.
MAX-GChangeT2	g_noise.aml	Nodig om T2-ruis te bepalen. Bevat hoogste GChangewaarde per T2-object.
GArea	g_area.aml	Polygoonoppervlakte van T1- OF T2-object, afhankelijk van het type geometrische verandering dat heeft plaatsgevonden. Als Noise = 0 en GChange IN {1, 3} dan: GArea = AreaT1 Als Noise = 0 en GChange IN {2, 4, 5} dan: GArea = AreaT2 Als GChange = 0 dan: GArea = Area (Noise IN {0, 1, 2})
%.ThemeT1%T1	t_prep.aml	Thema voor T1-object.
%.ThemeT2%T2	t_prep.aml	Thema voor T2-object.

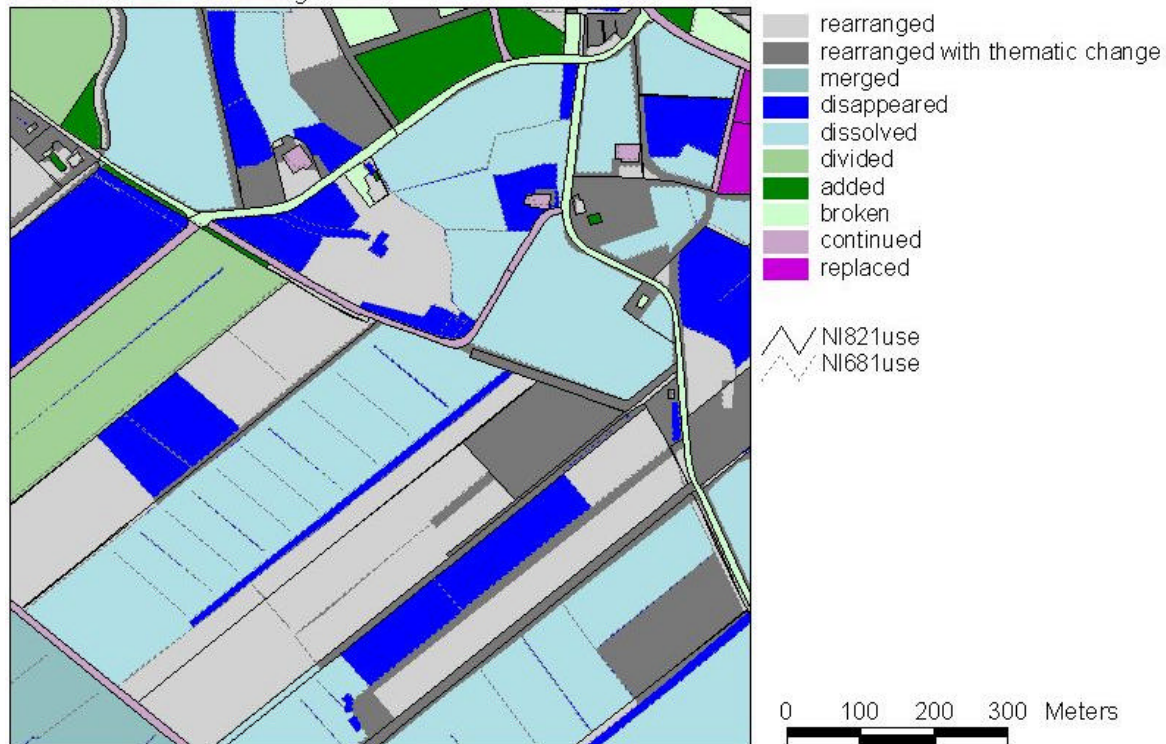
TChange	t_tchange.aml	Geeft aan of er sprake is van thematische verandering. T2-ruis krijgt dezelfde waarde voor TChange als het T2-object waar de ruispolygoon bij hoort. 0: geen thematisch verandering 1: thematische verandering
MAX-TChange	t_tchange.aml	Nodig om te bepalen of een T2-ruispolygoon hoort bij een T2-object dat thematisch is veranderd.
RChange	t_rchange.aml	Geeft aan welke werkelijke verandering er heeft plaatsgevonden. De waarde van RChange is gebaseerd op een combinatie van GChange en TChange. 0: Rearranged polygons without thematic change. 1: Rearranged polygons with thematic change. 2: Merged polygons without thematic change. 3: Disappeared polygons (merged or dissolved polygons with thematic change). 4: Divided polygons without thematic change. 5: Added polygons (divided or broken polygons with thematic change). 6: Dissolved polygons without thematic change. 7: Broken polygons without thematic change. 8: Continued polygons without thematic change. 9: Replaced polygons (Continued polygons with thematic change).

Bijlage 11 Resultaten GeoStaF

GeoStaF results fase1 Vlagtwedde



GeoStaF results fase2 Vlagtwedde



GeoStaF results fase3 Vlagtwedde

