

RIVM rapport 711931004

Iteratief Proportioneel Fitten

Methodiek en toepassing voor de woonruimte-
verdeling in Geografische Informatiesystemen voor de
Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening

M. Bakkenes, R. Goetgeluk

april 2000

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Rijksplanologische Dienst, in het kader van project Autonome ruimtelijke ontwikkelingen.

Abstract

Iterative proportional fitting (IPF) is a calibration-technique to estimate cellfrequencies of a matrix (contingency table) using known marginals (row and columntotals of the matrix) based on datasource A and an initial estimation of the cellfrequencies based on datasource B under the condition that the known marginals are reproduced.

IPF is a commonly used procedure in statistical modelling, such als loglineair models of contingency tables, and simulation models to match different known partial interactions between variables, and so its marginals, of contingency tables. If for instance the relationship between the variables A * B (houses and households) and B * C (households and incomes) are known, a new contingency treedimensional table A * B * C can be estimated given the condition that A * B and B * C are reproduced.

Voorwoord

In het kader van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening is in opdracht van de Rijksplanologische Dienst door RIVM en TNO Inro een ruimtelijk referentiebeeld voor Nederland opgesteld ten behoeve van de ondersteuning van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening: 'Wonen en werken ruimtelijk verkend' (RIVM-rapport 711931001). In het rapport wordt inzichtelijk gemaakt welke toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen op het terrein van wonen en werken kunnen worden verwacht. Deze uitkomsten dienen op hun beurt als invoergegevens voor modellen die uitkomsten genereren over de toestand van de leefomgeving en het milieu. De effecten kunnen toekomstige knelpunten opleveren zoals een toename van verkeersstromen, en de daaraan gekoppelde overlast van geluid en uitlaatgassen, en de versnippering van de Ecologische Hoofdstructuur. Beleidsmakers kunnen oplossingsrichtingen ontwikkelen om deze knelpunten weg te reduceren.

In het rapport 'Wonen en werken ruimtelijk verkend' is het startpunt de verwachte ruimtelijke spreiding van de uitbreidingsvraag van woningen. Deze uitbreidingsvraag is geleverd in de vorm van de uitbreidingsvraag per COROP-gebied. Deze uitbreidingsvraag is op een lager ruimtelijk schaalniveau gealloceerd met behulp van de Ruimtescanner (RIVM-rapport 711901002). Het resultaat is een landsdekkende kaart met gridcellen van 500 bij 500 meter waarin per gridcel de uitbreidingsvraag is neergelegd. Aan deze kaarten wordt vervolgens de verwachte bevolkingsontwikkeling naar leeftijds- en huishoudensgroepen gekoppeld. Deze gegevens zijn ook beschikbaar voor alle COROP-gebieden. Echter, het ontbreekt op beide ruimtelijke schaalniveaus aan directe informatie over de samenhang tussen de woningen en de bevolking ofwel de woonruimteverdeling. Deze is evenwel nodig omdat de ruimtelijke spreiding van de bevolkingsgegevens nodig is ten behoeve van berekeningen voor arbeidsmarkt, verkeer- en recreatiemodellen. Dit rapport gaat in op een methodiek Iteratief Proportioneel Fitten, die leidt tot een woonruimteverdeling op beide schaalniveaus.

Dit rapport heeft twee doelgroepen. De eerste doelgroep vormt de RPD die het als achtergronddocument gebruikt. De tweede doelgroep zijn onderzoekers binnen het RIVM. De gebruikte techniek is een veelgebruikte en kan vaker worden toegepast in onderzoek. Documentatie naar de achtergrond en de wijze waarop de ontwikkelde software kan worden gebruikt is daarom noodzakelijk.

Dit rapport is geschreven door drs. Ing. M. Bakkenes en dr. R. Goetgeluk. De eerste heeft de software ontwikkeld en toegepast in het genoemde onderzoek. De software is ontwikkeld met behulp van Visual Basic dat onderdeel uitmaakt van MSOffice en Delphi. De tweede heeft eerder in zijn werk de methodiek veelvuldig gebruikt en geïntroduceerd voor het onderzoek waarvan hij projectleider was. In het kader van het RIVM-project Ruimtegebruiksprocessen (project M/718301) zal de hier gepresenteerde techniek en software gekoppeld kunnen worden aan de modellen zoals de Ruimtescanner, de Leefomgevingsverkenner en de Natuurplanner

Beide auteurs danken hierbij dr. A.O. Oskamp van de faculteit Ruimtelijke Wetenschappen van de Universiteit Utrecht voor het beschikbaar stellen van de broncode (source-code) van zijn versie van IPF.

Inhoud

SAMENVATTING.....	5
1. ITERATIEF PROPORTIONEEL FITTEN.....	7
1.1 INLEIDING.....	7
1.2 TOEPASSING VOOR HET ONDERZOEK VOOR VIJFDE NOTA.....	7
1.3 DE ACHTERGROND VAN ITERATIEF PROPORTIONEL FITTEN	7
1.4 DE GEBRUIKTE GEGEVENS	8
1.5 DE PROCEDURE	8
1.6 WEGING.....	10
1.7 OPHOGING	10
2. HANDLEIDING	11
2.1 INLEIDING.....	11
2.2 GEBRUIKTE SOFTWARE.....	11
2.3 DE GEBRUIKTE INVOERFILES.....	11
2.4 AANMAKEN INVOERBESTANDEN VOOR IPF.....	11
2.5 DRAAIEN VAN IPF.....	12
2.6 WEGING FRACTIES	14
2.7 OPHOGING	14
2.8 AANBEVELINGEN	15
BIJLAGE 1 DELPHI SOURCE CODE VOOR IPF-ROUTINE	16
BIJLAGE 2 VB PROCEDURES VOOR HET AANMAKEN VAN IPF INVOERBESTANDEN.....	28
BIJLAGE 3 EEN VOORBEELD VAN EEN IPF-INVOERFILE.....	32
BIJLAGE 4 DE WONINGBEZETTING	33
BIJLAGE 5 WEGEN EN OPHOGEN.....	35
LITERATUUR.....	36
VERZENDLIJST	37

Samenvatting

Iteratief proportioneel fitten (IPF), ook wel rassen of ritsen genoemd, is een schattingsmethodiek om in een matrix (kruistabel) de onbekende celfrequenties te schatten op basis van enerzijds bekende randtotalen van de matrix (rijtotaal en kolomtotaal) op basis van een databron A en anderzijds een schatting van de kans op een celfrequentie op basis van databron B onder de voorwaarde dat de rij- en kolomtotalen worden gereproduceerd.

De IPF is een veelgebruikte calibratietechniek in statistische modellen, zoals loglineaire modellen van kruistabellen en simulatiemodellen die op basis van deelvragen over relaties tussen minimaal twee variabelen complexere samenhangen schatten zonder dat geweld wordt gedaan aan deze deelvragen. Indien de samenhang tussen de variabelenparen $A * B$, zoals woningtype en leeftijdsgroepen en $B * C$, zoals leeftijdsgroepen en inkomens, bekend zijn, dan kan IPF zorgdragen voor $A * B * C$.

1. Iteratief proportioneel fitten

1.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt eerst kort ingegaan op de methodiek van de IPF in het kader van het onderzoek voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening (VIJNO). Daarna wordt kort samengevat wat het kenmerk van IPF is. Vervolgens worden kort de gebruikte gegevens besproken. Daarna wordt de procedure wiskundig en met een voorbeeld uitgelegd. De laatste twee paragrafen gaan in op twee nabewerkingen: een weging naar woningtype en een ophoging naar de bevolking.

1.2 Toepassing voor het onderzoek voor Vijfde Nota

In het kader van de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening is in opdracht van de Rijksplanologische Dienst door RIVM en TNO Inro een ruimtelijk referentiebeeld voor Nederland opgesteld (RIVM-rapport 711931001). Inzichtelijk wordt gemaakt welke toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen op het terrein van wonen en werken kunnen worden verwacht. Het startpunt vormt de verwachte ruimtelijke spreiding van de uitbreidingsvraag van woningen. Deze uitbreidingsvraag is geleverd in de vorm van de uitbreidingsvraag per COROP-gebied. Deze uitbreidingsvraag is op een lager ruimtelijk schaalniveau gealloceerd met behulp van de Ruimtescanner (RIVM-rapport 711901002).

Het resultaat is een landsdekkende kaart met gridcellen van 500 bij 500 meter waarin per gridcel de uitbreidingsvraag is neergelegd. De som van de woningen voor alle gridcellen per COROP moet vanzelfsprekend weer identiek zijn aan de uitbreidingsvraag per COROP zoals deze zijn aangeleverd.

Aan deze kaarten wordt vervolgens de verwachte bevolkingsontwikkeling naar leeftijds- en huishoudensgroepen gekoppeld. Deze gegevens zijn ook beschikbaar voor alle COROP-gebieden. Het ontbreekt op beide ruimtelijke schaalniveaus aan directe informatie over de samenhang tussen de woningen en de bevolking ofwel de woonruimteverdeling. Deze is evenwel nodig om de ruimtelijke spreiding van de bevolkingsgegevens te bepalen ten behoeve van berekeningen voor arbeidsmarkt, verkeer- en recreatiemodellen.

1.3 De achtergrond van iteratief proportioneel fitten

Iteratief proportioneel fitten (IPF), ook wel rassen of ritsen genoemd, is een schattingsmethodiek om in een matrix (kruistabel) de onbekende celfrequenties te schatten op basis van enerzijds bekende randtotalen van de matrix (rijtotaal en kolomtotaal) op basis van een databron A en anderzijds een schatting van de kans op een celfrequentie op basis van databron B onder de voorwaarde dat de rij- en kolomtotalen worden gereproduceerd.

De IPF is een veelgebruikte calibratietechniek in statistische modellen, zoals loglineaire modellen van kruistabellen en simulatiemodellen die op basis van deelkennis over relaties tussen minimaal twee variabelen complexere samenhangen schatten zonder dat geweld wordt gedaan aan deze deelkennis. Indien de samenhang tussen de variabelenparen $A * B$, zoals woningtype en leeftijdsgroepen en $B * C$, zoals leeftijdsgroepen en inkomens, bekend zijn, dan kan IPF zorgdragen voor $A * B * C$

1.4 De gebruikte gegevens

De marginalen zijn afkomstig van de Rijksplanologische Dienst. Deze zijn gebaseerd op de modellen PRIMOS, SONAR en het Trendrapportmodel (ABF) (zie (RIVM-rapport 711931001)). Deze data hebben betrekking op twee zichtjaren (2010, 2020) voor de drie scenario's van de Lange termijnverkenningen 1997 van het CPB (1997): Devided Europe (DE), European Coordination (EC) en Global Competition (GC). Het betreft de uitbreidingvraag van een- en meergezinswoningen per COROP 1995-2010 en 2010-2020. Er zijn ook marginalen voor de bevolking naar huishoudentypen (alleenstaanden, paren en paren met kinderen) en leeftijdsgroepen (17 jaar en jonger, 18-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55-64, 65-74, 75 en ouder). Ook deze zijn afkomstig van de Rijksplanologische Dienst.

De initiële schatting van de samenhang tussen woningtypen en de bevolkingscategorieën zijn afkomstig van het Woningbehoefte Onderzoek 1993/94 van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Het WBO is een vijfjaarlijkse steekproef onder personen ouder dan 18 jaar. De omvang betreft 50.000 respondenten (recent 120.000 respondenten). Er worden in het WBO vragen gesteld over de vorige, huidige en verwachte huishoudenssamenstelling, inkomen en woonsituatie. Binnen de marges die een steekproef stelt, kan de woonruimteverdeling op het schaalniveau van COROP-gebieden worden geschat.

1.5 De procedure

IPF is een zogenaamde hill climbing calibratie-procedure waarbij de gevonden oplossing dicht in de buurt van het optimum zit. De procedure is vergelijkbaar met de procedure zoals gebruikt in de graviteits/ruimtelijke interactie modellen (Wilson & Kirby 1980): zogenaamde dubbel beperkt modellen zoals onder andere gebruikt in de Ruimtescanner (Schotten et al. 1997).

Ter illustratie: bekend zijn uit CBS-statistiek op gemeente niveau het aantal huizen naar type en de bevolking naar leeftijdsklassen. Onbekend is de woonruimteverdeling. Op het ruimtelijke schaalniveau van een COROP-gebied is deze woonruimteverdeling wel bekend. Deze kansverdeling is de beste schatter van de situatie in een gemeente. De aanname is dat de woonruimte verdeling in de gemeenten binnen een COROP ongeveer gelijk zijn aan de woonruimte verdeling in de COROP. De keuze van de beste schatter is dus een inhoudelijk belangrijke keuze. De verdeling wordt omgezet naar kans:

$$\frac{C_{ij}}{C} = \frac{C_{ij}}{\sum_{ij} C_{ij}}$$

waarbij C_{ij} = celfrequentiesamenhang variabelen i en j

\sum_{ij} = sommatie over rijen (i) en kolommen (j) is het totaal aantal

De eis is dat de marginalen (sommatie over de rijen en de sommatie over de kolommen) dienen te worden gereproduceerd. Dit houdt in dat de calibratie gereed is indien de sommatie van de aangepaste initiële celfrequenties (C_{ij}) ongeveer gelijk zijn (convergentie criterium) aan de bekende marginalen.

$$\sum_j \hat{C}_{ij} = C_i$$

$$\sum_i \hat{C}_{ij} = C_j$$

Het zal duidelijk zijn dat de aangepaste initiële celfrequenties ongeveer gelijk zijn aan de initiële ofwel

$$\frac{\hat{C}_{ij}}{\sum_i \sum_j \hat{C}_{ij}} \approx \frac{C_{ij}}{\sum_i \sum_j C_{ij}}$$

Het blijkt dat de eindoplossing niet na één run wordt gevonden. Eerst wordt de initiële celfrequentie vermenigvuldigd met het totaal aantal woningen. Vervolgens worden de nieuwe celfrequenties opgeteld over de kolommen en rijen. Hierna wordt bekeken in welke mate deze geschatte marginalen afwijken van de bekende. Kort gezegd wordt de afwijking tussen één van de marginalen gecorrigeerd via een verhoudingsgetal (proportie). Vervolgens worden met dit getal de berekende celfrequenties aangepast. Noodzakelijkerwijze is nu één marginaal gereproduceerd. De andere marginaal hoeft niet gereproduceerd te zijn. In de volgende stap wordt de verhouding tussen de bekende marginaal en deze niet kloppende marginaal bepaald. Dit verhoudingsgetal wordt wederom vermenigvuldigd met de aangepaste celfrequenties. Dit iteratieve proces wordt net zo lang uitgevoerd totdat de afwijking tussen de berekende en bekende marginalen kleiner of gelijk is aan het convergentiecriterium.

Om bovenstaande inzichtelijk te maken wordt een voorbeeld gegeven. Een onderzoek is uitgevoerd om na te gaan of en welk verband er bestaat tussen het huishoudtype (alleenstaand, paar zonder kinderen en paar met kinderen) en het woningtype. In totaal zijn er 600 waarnemingen gedaan. In COROP gebied 1 is het onderstaande resultaat gevonden: een evenredige verdeling van verschillende huishoudtypen over de woningtypen (tabel 1.1).

Tabel 1.1 Een denkbeeldige homogene woonruimteverdeling in absolute aantallen

Huishoudtype	Alleenstaande	Paar zonder kinderen	Paar met kinderen	Totaal
Woningtype				
Eengezins	100	100	100	300
Meergezins	100	100	100	300
	200	200	200	600

Wanneer als randvoorwaarde geldt dat de totalen voor woningtypen alsmede huishoudtypen gelijk verdeeld moeten worden, dus fracties per woningtype een 1/2 en per huishoudtype een 1/3, dan volgt uit dit voorbeeld dat de IPF-fracties gelijk zullen moeten zijn aan 100/600 = 1/6. Dit resultaat wordt door de IPF-procedure dan dus ook na één iteratieslag gevonden (tabel 1.2).

Tabel 1.2 Een denkbeeldige homogene woonruimteverdeling in kansen na één iteratie

Huishoudtype	Alleenstaande	Paar zonder kinderen	Paar met kinderen	Totaal
Woningtype				
Eengezins	1/6	1/6	1/6	1/2
Meergezins	1/6	1/6	1/6	1/2
	1/3	1/3	1/3	1

De oplossing in voorbeeld 1 was ook zonder iteratief fitten eenvoudig gevonden.

Anders wordt het wanneer van een situatie zoals die in COROP gebied 2 gevonden is wordt uitgegaan (tabel 1.3):

Tabel 1.3 Een denkbeeldige heterogene woonruimteverdeling in absolute aantallen

Huishoudtype	Alleenstaande	Paar zonder kinderen	Paar met kinderen	Totaal
Eengezins	50	50	200	300
Meergezins	150	150	0	300
	200	200	200	600

In kansen uitgedrukt is de tabel dus (tabel 1.4):

Tabel 1.4 Een denkbeeldige heterogene woonruimteverdeling in kansen na één iteratie

Huishoudtype	Alleenstaande	Paar zonder kinderen	Paar met kinderen	Totaal
Eengezins	$\frac{1}{12} = 0,0833333$	$\frac{1}{12} = 0,0833333$	$\frac{4}{12} = 0,3333333$	$\frac{1}{2}$
Meergezins	$\frac{3}{12} = 0,2500000$	$\frac{3}{12} = 0,2500000$	$\frac{0}{12} = 0,0000000$	$\frac{1}{2}$
	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1

Na een aantal iteraties blijkt dat een stabiele oplossing wordt gevonden (tabel 1.5). Stabiel betekent dat de celfrequenties niet meer veranderen, nagenoeg identiek zijn aan de initiële celfrequenties en de geschatte marginalen gelijk zijn aan de bekende marginalen

Tabel 1.5 Een denkbeeldige heterogene woonruimteverdeling in kansen na n iteraties

Huishoudtype	Alleenstaande	Paar zonder kinderen	Paar met kinderen	Totaal
Eengezins	0,083334162	0,083334162	0,333331667	$\frac{1}{2}$
Meergezins	0,249999172	0,249999172	0,000001667	$\frac{1}{2}$
	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	1

1.6 Weging

De uitkomst van de procedure levert een kans op een huishoudenstype in een bepaalde woning op. Uiteindelijk is gewerkt met bestanden die of alleen eengezins- of alleen meergezinswoningen bevatten. Anders gesteld: de som van de celfrequenties (kansen) *per woningtype* moet optellen tot 1. Dit is eenvoudig te realiseren door een verhoudingsgetal te berekenen en dit getal te vermenigvuldigen met de berekende celfrequenties.

Indien de marginaal voor een eengezinswoning 0,3 is - dus die van de meergezinswoning is noodzakelijkerwijze 0,7 - dan is dit verhoudingsgetal gelijk aan 3,3333 (1/0,3).

1.7 Ophoging

De gewogen celfrequenties moeten ook opgehoogd worden naar bevolkings- en huishoudensaantallen. Immers, in de berekening is verondersteld dat er één persoon c.q. één huishoudens per woning te vinden is. Intuïtief is duidelijk dat er veel meer mensen in één woning wonen en gemiddeld genomen iets meer dan één huishouden per woning woont (studentenhuizen, inwoning e.d.). Dit probleem is eenvoudig op te lossen door de verhouding tussen het aantal mensen c.q. huishoudens en het aantal woningen te bepalen. De verhouding aantal mensen per aantal woningen wordt de gemiddelde woningbezetting genoemd. De gegevens zijn bekend omdat de eerder genoemde marginalen via de Rijksplanologische Dienst zijn verkregen (bijlage 4 en paragraaf 2.4)

2. Handleiding

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de applicatie zoals deze is gemaakt besproken opdat anderen deze kunnen toepassen in hun onderzoek. Ingegaan wordt op de gebruikte software, de aard van de bestanden, de gebruikersinterface en op welke wijze de weging en ophoging kunnen worden gerealiseerd. Het hoofdstuk eindigt met een aanbeveling om de applicatie te standaardiseren binnen het platform van het RIVM.

2.2 Gebruikte software

Voor het uitrekenen van de IPF-waarden per COROP gebied is gebruik gemaakt van een door dr. A Oskamp (faculteit Ruimtelijke Wetenschappen van de Universiteit Utrecht) ontwikkelde Pascal-routine. Deze routine is omgezet naar Delphi¹, object georiënteerd Pascal (zie bijlage 1). De oorspronkelijke Pascal routine had uitgebreide invoerfiles nodig, waarin naast de basiskansen en de randvoorwaarden onder andere het convergentie criterium en het maximum aantal iteraties aangegeven stond. In de Delphi routine kunnen deze instellingen in de user interface aangegeven worden. De basiskansen en randtotalen staan in een Excel worksheet. In Visual Basic (zie bijlage 2) zijn twee routines geschreven, één voor huishoudentypen en één voor leeftijdsklassen, waarmee automatisch per scenario voor ieder COROP gebied een aparte IPF-invoerfiles aangemaakt wordt. In bijlage 3 staat een voorbeeld van een IPF-invoerfile voor zowel huishoudtypen als leeftijdsklassen. Deze versie van VB betreft die bij MS-Office 7 behoort en deel uitmaakt van Excel en Access.

2.3 De gebruikte invoerfiles

Zoals in paragraaf 1.4 aangegeven zijn als basiskansen de woonruimteverdeling volgens het WBO en voor de randvoorwaarden gegevens van de RPD gebruikt. In twee Excel workbooks staan voor de verschillende uitvoerjaren worksheets met daarin de verschillende randvoorwaarden per scenario per jaar. In 'input_hh_IPF2.xls' staan de gegevens voor de huishoudens en in 'input_lf_IPF2.xls' staan de gegevens voor de leeftijdsgroepen.

2.4 Aanmaken invoerbestanden voor IPF

Bij de huidige opzet van de IPF-procedure is het noodzakelijk om voor iedere aparte regio één invoerfile aan te maken. Dus voor het doorrekenen van de 40 COROP-gebieden moeten per jaar 40 IPF-invoerbestanden aangemaakt worden. In totaal zullen er 560 bestanden aangemaakt moeten worden. Dit is te veel werk om handmatig te doen en de kans op het maken van fouten is erg groot. Daarom is er in Visual Basic een routine geschreven die dit semi-automatisch doet (zie bijlage 2).

Na het openen van het workbook 'MaakIPFfiles.xls' in Excel kan Visual Basic opgestart worden, deze is te vinden onder 'Tools-Macro-Visual Basic Editor' of door middel van Alt-F11. Na opstarten van Visual Basic kan de routine gedraaid worden (onder 'Run-Run

¹ Dit programma checkt niet op het daadwerkelijk bestaan van invoerfiles. Het is de bedoeling om de Data en Model Server (Van der Beek 1999) met deze functionaliteit uit te breiden. De DMS is het centrale systeem dat gebruikt wordt bij de Ruimtescanner 3.0.

Sub/UserForm' of F5). In deze programmacode staan twee Sub procedures: 'huishoudens' en 'leeftijden', zoals verwacht maakt de procedure 'huishoudens' IPF-invoerfiles aan voor de verschillende type huishoudens en doet de procedure 'leeftijden' dit voor de verschillende leeftijdsklassen.

Voor het successievelijk aanmaken van de verschillende invoerfiles per scenario per jaar moeten in beide procedures twee regels aangepast worden, die verwijzen naar de desbetreffende sheets in de workbooks. Deze regels betreffen het vermelden van de bekende marginals van de Rijksplanologische Dienst. Duidelijk moge zijn dat de regel voor de woningen altijd ingevuld moet worden, terwijl de gebruiker een keuze heeft om de marginaal voor de bevolking te vullen met of huishoudensgroepen of leeftijdsgroepen.

```
'Set WoningMarg = Worksheets("randtotalen woningen 95")'
'Set HuishoudMarg = Worksheets("randtotalen huishoudens 95")'
```

Omdat voor alle jaren de basiskansen (initiële celfrequenties binnen de matrix) gelijk zijn hoeft de regel voor de verschillende scenario's niet veranderd te worden:

```
'Set basiskansen = Worksheets("basis kansen wbo hh")'
```

De directory waar de aan te maken uitvoerfiles weggeschreven moeten worden, kan aangegeven worden door in onderstaande regel voor 'IPF_lf1995' de directory naam te zetten:

```
'filenaam = "IPF_lf1995_cor" + Trim(coroptxt) + ".txt"
```

Wordt dit niet gedaan dan komt alle uitvoer in de huidige directory terecht, dit is de directory waarin het workbook geopend is.

Wanneer er meerdere scenario runs uitgevoerd moeten worden en de directory naam is niet in de filenaam opgegeven dan moet na iedere run alle gegenereerde uitvoer gekopieerd worden naar een IPF-invoerdirectory, anders worden 'oude' resultaten overschreven. Zoals aangegeven in de tweede alinea kunnen de invoerfiles aangemaakt worden door de F5 toets in te drukken. In bijlage 3 staat een voorbeeld van een aangemaakte IPF-invoerfile.

2.5 Draaien van IPF

Na het aanmaken van de invoerfiles kunnen de IPF-fracties bepaald worden. Dit gebeurt met in Delphi ontwikkelde programmatuur (zie figuur 1). De volgende stappen zijn van belang.

- Als input file [1]) moet één van de in §2.2 gegenereerde files geselecteerd worden.
- Wanneer er geen expliciete uitvoerfile [2]) wordt aangegeven krijgt het complete sessierapport dezelfde naam als de invoer file, waarbij de extensie verandert in '.out'. Het verschil tussen de 'Complete session report'- file en de 'Output for Hill Climbing'-file is dat de laatste alleen het eindresultaat print, terwijl de eerste uitvoerfile ook alle tussenresultaten laat zien. In het vervolg van de bewerking is gebruik gemaakt van het volledige uitvoerbestand.
- Ook de uitvoerfile voor de 'Output for Hill Climbing' [3]) hoeft niet ingevuld te worden, wanneer deze namelijk niet ingevuld wordt, wordt de uitvoer naar de tijdelijke directory geschreven (vb. c:\temp\HillClimb.hil).
- Het is mogelijk om voor iedere IPF-uitvoerfile aparte titels mee te geven [4]). Deze optie is optioneel.

- Initieel staat het convergentie-criterium op 10^{-8} [5)]. Deze kan desgewenst gewijzigd worden.
- Het maximum aantal iteraties [6]) staat initieel op 100, dit getal zorgt ervoor dat de procedure beëindigd wordt, wanneer binnen het maximum aantal toegestane iteraties het convergentie criterium niet gehaald is.
- Bij de in §2.2 aangemaakte scenario's horen de instellingen van [7]) en [8)], deze moeten dus ongewijzigd blijven.
- Nadat het formulier goed ingevuld is kunnen de IPF-fracties uitgerekend worden [9)].

The screenshot shows a software window titled 'Form1' with the following fields and controls:

- Input file: *Nog geen input file geselecteerd* (1) [Browse button]
- Complete session report: *Nog geen output file geselecteerd* (2) [Browse button]
- Output for Hill Climbing: *Nog geen output file geselecteerd* (3) [Browse button]
- Main title: (4)
- Convergence criterium: (5)
- Maximum # of iterations: (6)
- # lower level observations: (7)
- # higher level observations: (8)
- Calculate button (9)

Figuur 1 Standaard invoer scherm

Figuur 2 toont een resultaat van een invoersessie

The screenshot shows the same 'Form1' window after a session, with the following fields and controls:

- Input file: *F:\user\lbgmba\Sources\ipf\vijno\1995\huishou* [Browse button]
- Complete session report: *F:\user\lbgmba\Sources\ipf\vijno\1995\huishou* [Browse button]
- Output for Hill Climbing: *Nog geen output file geselecteerd* [Browse button]
- Main title:
- Convergence criterium:
- Maximum # of iterations:
- # lower level observations:
- # higher level observations:

Figuur 2 Een overzicht

Nadat alle fracties uitgerekend zijn moeten de resultaten uit de sessie rapporten gehaald worden. Op de laatste regel van iedere '.out'- file (sessie rapport) staan de uitgerekende fracties voor dat COROP-gebied. Na alle uitkomsten naar een Unix machine gezet te hebben kunnen met een script-file de resultaten in één resultaat bestand gezet worden. Met het commando 'tail -n' onder Unix kunnen uit een bestand de laatste n regels gehaald worden. De complete commando-regel wordt dus:

```
for a in `ls -l *out` ; do tail -1 $a ; done > IPF_report.txt.
```

2.6 Weging fracties

In §1.6 is het principe van en reden van het wegen van de ipf-fracties uitgelegd. In deze paragraaf wordt een voorbeeld gegeven van zo'n weging. In bijlage 5 staat een voorbeeld waarin zowel weging als ophoging (zie §1.7 en §2.7) plaatsvindt. Als voorbeeld wordt voor één COROP gebied (nummer 1) de methode van weging uitgewerkt in onderstaand stappenplan.

Voor COROP gebied 1 zijn de volgende ipf-fracties berekend:

Eengezins			Meergezins		
0.1661	0.2660	0.3779	0.1201	0.0527	0.0172

Om deze per woningtype te schalen moeten de ipf-fracties voor de 'Eengezins' en 'Meergezins' woningtype respectievelijk vermenigvuldigd worden met 1.23457¹ en 5.26316² met als resultaat de onderstaande deeltabel.

Eengezins			Meergezins		
0.2051	0.3283	0.4665	0.6319	0.2776	0.0905

2.7 Ophoging

De woningbezetting is nodig voor het ophogen van de gewogen fracties naar de bevolking. Deze varieert per COROP gebied zoals in bijlage 4 staat weergegeven. Voor COROP gebied 1 met de gewogen fracties en een woningbezetting van 1.02 (huishoudens) in 1995 (zie bijlage 4) levert dit de volgende opgehoogde ipf-fracties op (de getoonde fracties zijn afgerond dus na narekenen kunnen de getallen enigszins afwijken):

Eengezins			Meergezins		
0.2596	0.3387	0.4194	0.7396	0.2135	0.0646

¹ is $1/(0.1661 + 0.2660 + 0.3779)$

² is $1/(0.1201 + 0.0527 + 0.0172)$

2.8 Aanbevelingen

Iteratief proportioneel fitten is een techniek die vele toepassingsmogelijkheden kent voor het combineren van deelgegevens. Deze hoeven vanzelfsprekend niet louter en alleen betrekking te hebben op ruimtelijke gegevens. Binnen het RIVM is echter de ruimtelijk allocatie van woningen en bevolkingsgroepen een belangrijke informatiebron voor modellen die de effecten van die spreiding op het milieu en de natuur schatten. Het is wenselijk om de IPF-procedure te standaardiseren en als een zelfstandige functionaliteit te programmeren. Op eenvoudige wijze kan de procedure gekoppeld worden aan de voor het RIVM-ontwikkelde Data & ModelServer (Van der Beek 1999). Deze DMS biedt de mogelijkheid om verschillende modellen en data beheersmatig en modelmatig te koppelen. Momenteel is één van de belangrijkste gebruikers van de DMS de Ruimtescanner waar de DMS oorspronkelijk vanuit is ontstaan.

Bijlage 1 Delphi source code voor IPF-routine

```

*****
/**
/** Oorspronkelijke code in pascal door: Anton Oskamp, 1998 (FRW-UU)
/** Omgezet naar Delphi code door: Michel Bakkenes, 1999 (LBG-RIVM)
/**
*****

unit frmIpf;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, Buttons, ExtCtrls, ComCtrls, NumInp;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    CalcBtn: TBitBtn;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label7: TLabel;
    Label8: TLabel;
    InpLab: TLabel;
    SessionLab: TLabel;
    HillClimbingLab: TLabel;
    InpBtn: TButton;
    SessionBtn: TButton;
    HillClimbBtn: TButton;
    StatusBar: TStatusBar;
    OpenDialog: TOpenDialog;
    MainTitleEdit: TEdit;
    CCinput: TNumInp;
    MaxIterInput: TNumInp;
    LowTotalInp: TNumInp;
    NrOfDimInput: TNumInp;
    procedure CalcBtnClick(Sender: TObject);
    procedure SelectFilesClick(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);

  private
    { Private declarations }
    procedure ReadStartSituation;
    procedure WriteIPF(TableTitle, MarginalTitle: string);
    procedure AdjustMarginals(DimNr: integer);
    procedure ConvergenceCriterion(criterion: double);
    procedure WriteResultTable;
    procedure WriteforHillClimbing;

  public
    { Public declarations }
  end;

var
  Form1: TForm1;

implementation

{$R *.DFM}

// iterative proportional fitting on cross tabulation of high geographical
// scale and marginals of low geographical scale
// NOTE: maximum nr of dimension currently 4

```


const

```

MaxNrOfDim = 4;
dim1 = 4;
dim2 = 2;
dim3 = 1;
dim4 = 1;

```

var

```

Convergence      : boolean;
infile,Outfile   : text;
start            : variant; // xtab of higher geographical scope
result          : variant; // xtab of result
estimate,
PreviousEstimate: variant; // estimated probabilities xtab
TotDim          : array[1..MaxNrOfDim,1..8] of longint; // marginal totals of xtab
marginalsLow,   // known marginals from lower geographical scope
marginalsHigh  // calculated marginals from higher geographical scope
               : array[1..MaxNrOfDim, 1..8] of double;

NrOfCatDim,
TempcatDim      : array[1..MaxNrOfDim] of integer;
DimensionLabel  : array[1..MaxNrOfDim] of string[8];
CategoryLabel   : array[1..MaxNrOfDim, 1..8] of string[8];
MainTitle,
TableTitle,
MarginalTitle   : string;
Iteration       : integer;
MaxNrOfIter,    // maximum number of iterations; read from input file
NrOfDim,DimNr, // nr of dimensions in xtab; read from input file
NrOfObs         : integer;
CC              : double;
total           : double; // grand total of start contingency table
LowTotal        : integer; // grand total of observations at lower level (dus van de te fitten tabel)
FileName        : array[1..3] of string[100];

```

Procedure TForm1.ReadStartSituation;**var**

```

c.cat,           // category counter
c1,c2,c3,c4,    // c1 to c4 are category counters for dimensions
d.dim,          // dimension counter
line,           // line counter in input file
obs,
SetToSmallValue : integer;
TestTotal       : double;
ErrorTestTotal  : boolean;
MsgString       : string;
IntValue        : integer;
DbIValue        : double;
Str             : string;

```

begin

```

total := 0;
for d := 1 to MaxNrOfDim do
  begin
    NrOfCatDim[d] := 1;
    DimensionLabel[d] := ' ';
  end;
AssignFile(infile,FileName[1]);
Reset(infile);
for line := 1 to 2 do
  readln(infile);
MainTitle := MainTitleEdit.Text;
CC := CCinput.Value;
MaxNrOfIter := Round(MaxIterInput.Value);
LowTotal := Round(LowTotalInp.Value);
NrOfDim := Round(NrOfDimInput.Value);
readln(infile);
for d := 1 to NrOfDim do
  begin
    readln(infile, IntValue);
    NrOfCatDim[d] := IntValue;
  end;
readln(infile);

start := VarArrayCreate([1, NrOfCatDim[1], 1, NrOfCatDim[2], 1, NrOfCatDim[3], 1,
                        nrOfCatDim[4]], VarDouble);
result := start;
estimate := start;

```

```

PreviousEstimate := start;
for d := 1 to NrOfDim do
  for cat := 1 to NrOfCatDim[d] do
    begin
      MarginalsLow[d, cat] := 0;
      MarginalsHigh[d, cat] := 0;
    end;

  for cat := 1 to NrOfCatDim[1] do TotDim[1,cat] := 0;
  for cat := 1 to NrOfCatDim[2] do TotDim[2,cat] := 0;
  for cat := 1 to NrOfCatDim[3] do TotDim[3,cat] := 0;
  for cat := 1 to NrOfCatDim[4] do TotDim[4,cat] := 0;

  for d := 1 to NrOfDim do
    begin
      readln(infile, Str);
      DimensionLabel[d] := Str;
    end;
    readln(infile);

  for d := 1 to NrOfDim do
    for c := 1 to NrOfCatDim[d] do
      readln(infile, CategoryLabel[d,c]);
    readln(infile);

  NrOfObs := NrOfCatDim[1];
  for d := 2 to NrOfDim do
    NrOfObs := NrOfObs * NrOfCatDim[d];
  for obs := 1 to NrOfObs do
    begin
      readln(infile, c1, c2, c3, c4, DbIValue);
      start[c1, c2, c3, c4] := DbIValue;
      if start[c1, c2, c3, c4] = 0 then
        start[c1, c2, c3, c4] := 0.001;
    end;
    readln(infile);

  SetToSmallValue := 0; // counter to keep track of adjusted 0-marginals
  for d := 1 to NrOfDim do
    for c := 1 to NrOfCatDim[d] do
      begin
        readln(infile, dim, cat, MarginalsLow[dim,cat]);
      end;
    CloseFile(infile);

  // test if lowlevel marginals add up to 1
  StatusBar.SimpleText := 'Testing if supplied marginals add up to 1.0000';
  ErrorTestTotal:=false;
  for d := 1 to NrOfDim do
    begin
      TestTotal:=0;
      for c := 1 to NrOfCatDim[d] do
        begin
          TestTotal := TestTotal + MarginalsLow[d,c];
        end;
      StatusBar.SimpleText := 'Total of low level marginal on dimension' +
        DimensionLabel[d] + ': ' + FloatToStrF(TestTotal, ffFixed, 9, 7);

      if (TestTotal < 0.9999) or (TestTotal > 1.0001) then
        ErrorTestTotal := true;
    end;

  if ErrorTestTotal then
    begin
      MsgString := 'Marginals do not add up...' + #13 + 'Correct marginals and rerun...' + #13 +
        'Hit <enter> to continue';
      ShowMessage(MsgString);
      halt;
    end;

  // calculate marginal totals of observations
  for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
    for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
      for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
        for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
          begin
            TotDim[1,c1] := TotDim[1,c1] + round(start[c1,c2,c3,c4]);
            TotDim[2,c2] := TotDim[2,c2] + round(start[c1,c2,c3,c4]);
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;

```

```

        TotDim[3,c3] := TotDim[3,c3] + round(start[c1,c2,c3,c4]);
        TotDim[4,c4] := TotDim[4,c4] + round(start[c1,c2,c3,c4]);
        total := total + start[c1,c2,c3,c4];
    end;

AssignFile(Outfile, FileName[2]);
Append(Outfile);
WriteLn(Outfile, MainTitle);
WriteLn(Outfile, 'Convergence criterion: ',CC:13:11);
WriteLn(Outfile, 'Maximum nr of iterations: ',MaxNrOfIter);
Write(Outfile, 'Contingency table: ');
for d := 1 to NrOfDim do
begin
    Write(Outfile,NrOfCatDim[d]);
    if d <> NrOfDim then Write(Outfile,' x ');
end;
WriteLn(Outfile, ' = ',NrOfObs, ' cells');
WriteLn(Outfile);
WriteLn(Outfile, 'Input contingency table');
WriteLn(Outfile);
Write(Outfile, DimensionLabel[3]:8, ' ');
for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
begin
    Write(Outfile,CategoryLabel[3,c3]:8, ' ');
    for c := 1 to (NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] -1) do
        Write(Outfile, ':8);
    end;
    WriteLn(Outfile);
    Write(Outfile,':8);
    for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
    begin
        Write(Outfile,');
        for c := 1 to 8 * (NrOfCatDim[1] * NrOfCatDim[2]) - 1 do
            Write(Outfile, '-');
        end;
        WriteLn(Outfile);
        Write(Outfile, DimensionLabel[2]:8, ' ');
        for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
        begin
            for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
            begin
                Write(Outfile, CategoryLabel[2,c2]:8, ' ');
                for c := 1 to NrOfCatDim[1] - 1 do
                    Write(Outfile, ':8);
                end;
            end;
        end;
        WriteLn(Outfile);
        Write(Outfile, ':8);
        for c2 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] do
        begin
            Write(Outfile,');
            for c := 1 to 8 * NrOfCatDim[1] - 1 do
                Write(Outfile, '-');
            end;
        end;
        WriteLn(Outfile);
        Write(Outfile, DimensionLabel[1]:8, ' ');
        for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
        begin
            for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
            begin
                for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
                begin
                    Write(Outfile, CategoryLabel[1,c1]:8, ' ');
                end;
            end;
        end;
        WriteLn(Outfile);
        Write(Outfile, DimensionLabel[4]:8, ' ');
        for c1 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] do
        begin
            Write(Outfile,');
            for c := 1 to 7 do
                Write(Outfile, '-');
            end;
        end;
        WriteLn(Outfile);
        for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do

```

```

begin
  Write(Outfile, CategoryLabel[4,c4]:8, ' ');
  for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
    begin
      for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
        begin
          for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
            begin
              Write(Outfile, start[c1,c2,c3,c4], ' ');
            end;
          end;
        end;
      WriteLn(Outfile);
    end;
  WriteLn(Outfile);
  WriteLn(Outfile);
  WriteLn(Outfile);
  CloseFile(Outfile);
  // calculate estimate: probabilities of observed frequencies + marginals
  for c1 := 1 to NrOfCatdim[1] do
    for c2 := 1 to NrOfCatdim[2] do
      for c3 := 1 to NrOfCatdim[3] do
        for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
          begin
            estimate[c1,c2,c3,c4] := start[c1,c2,c3,c4]/total;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;

  for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
    for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
      for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
        for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
          begin
            MarginalsHigh[1,c1] := MarginalsHigh[1,c1] + estimate[c1,c2,c3,c4];
            MarginalsHigh[2,c2] := MarginalsHigh[2,c2] + estimate[c1,c2,c3,c4];
            MarginalsHigh[3,c3] := MarginalsHigh[3,c3] + estimate[c1,c2,c3,c4];
            MarginalsHigh[4,c4] := MarginalsHigh[4,c4] + estimate[c1,c2,c3,c4];
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;

procedure TForm1.WriteIPF(TableTitle,MarginalTitle:string);
// Writes current state of IPF iteration
var
  dim,c,c1,c2,c3,c4:integer;

begin
  // Write results to file
  AssignFile(Outfile, FileName[2]);
  Append(Outfile);
  WriteLn(Outfile, MainTitle);
  WriteLn(Outfile);
  WriteLn(Outfile, TableTitle);
  WriteLn(Outfile);
  Write(Outfile, DimensionLabel[3]:8, ' ');
  for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
    begin
      Write(Outfile, CategoryLabel[3,c3]:8, ' ');
      for c := 1 to (NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] - 1) do
        Write(Outfile, ' ':8);
      end;
      WriteLn(Outfile);
      Write(Outfile, ' ':8);
      for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
        begin
          Write(Outfile, ' ');
          for c := 1 to 8 * (NrOfCatDim[1] * NrOfCatDim[2]) - 1 do
            Write(Outfile, ' ');
          end;
          WriteLn(Outfile);
          Write(Outfile, DimensionLabel[2]:8, ' ');
          for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
            begin
              for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
                begin
                  Write(Outfile,CategoryLabel[2,c2]:8, ' ');
                  for c := 1 to NrOfCatDim[1] - 1 do
                    Write(Outfile, ' ':8);
                  end;
                end;
              end;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;

```

```

end;
Writeln(Outfile);
Write(Outfile,' :8);
for c2 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] do
begin
  Write(Outfile,' ');
  for c := 1 to 8 * NrOfCatDim[1] - 1 do
    Write(Outfile,'-');
  end;
end;
Writeln(Outfile);
Write(Outfile,DimensionLabel[1]:8, ' ');
for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
begin
  for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
  begin
    for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
    begin
      Write(Outfile, CategoryLabel[1,c1]:8, ' ');
    end;
  end;
end;
end;
Writeln(Outfile);
Write(Outfile, DimensionLabel[4]:8, ' ');
for c1 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] do
begin
  Write(Outfile,' ');
  for c := 1 to 7 do
    Write(Outfile,'-');
  end;
end;
Writeln(Outfile);
for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
begin
  Write(Outfile,CategoryLabel[4,c4]:8, ' ');
  for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
  begin
    for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
    begin
      for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
      begin
        Write(Outfile,estimate[c1,c2,c3,c4], ' ');
      end;
    end;
  end;
end;
end;
Writeln(Outfile);
end;
Writeln(Outfile);
Writeln(Outfile,MarginalTitle);
Writeln(Outfile);
for dim := 1 to NrofDim do
begin
  Writeln(Outfile,'DIMENSION: ',DimensionLabel[dim]);
  Writeln(Outfile,' :8,'estimated':15,'known':15,'absolute':15);
  Writeln(Outfile,' :8,'marginal':15,'marginal':15,'difference':15);
  for c := 1 to NrOfCatDim[dim] do
    Writeln(Outfile,Categorylabel[dim,c]:8, ' ',MarginalsHigh[dim,c]:15:7,
      MarginalsLow[dim,c]:15:7, abs(MarginalsHigh[dim,c]-MarginalsLow[dim,c]):15:7);
  Writeln(Outfile);
end;
end;
Writeln(Outfile);Writeln(Outfile);
CloseFile(Outfile);
end; // End WriteIPF

procedure TForm1.AdjustMarginals(DimNr:integer);
var
  c1, c2,
  c3, c4,
  cat, c, d,
  marginal,
  NrOfMarginals : integer;
  ChiSq          : double;
  nr             : string[5];
  dof, dof1, dof2 : integer;

begin
  for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
  for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
  for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do

```

```

for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
  begin
    if DimNr = 1 then
      if MarginalsHigh[1,c1] = 0 then
        estimate[c1,c2,c3,c4] := 0
      else
        estimate[c1,c2,c3,c4] := estimate[c1,c2,c3,c4] *
          (MarginalsLow[1,c1]/MarginalsHigh[1,c1]);
    if DimNr = 2 then
      if MarginalsHigh[2,c2] = 0 then
        estimate[c1,c2,c3,c4] := 0
      else
        estimate[c1,c2,c3,c4] := estimate[c1,c2,c3,c4] *
          (MarginalsLow[2,c2]/MarginalsHigh[2,c2]);
    if DimNr = 3 then
      if MarginalsHigh[3,c3] = 0 then
        estimate[c1,c2,c3,c4] := 0
      else
        estimate[c1,c2,c3,c4] := estimate[c1,c2,c3,c4] *
          (MarginalsLow[3,c3]/MarginalsHigh[3,c3]);
    if DimNr = 4 then
      if MarginalsHigh[4,c4] = 0 then
        estimate[c1,c2,c3,c4] := 0
      else
        estimate[c1,c2,c3,c4] := estimate[c1,c2,c3,c4] *
          (MarginalsLow[4,c4]/MarginalsHigh[4,c4]);

  end;

dof1 := 1;
dof2 := 1;
for d := 1 to NrOfDim do
  begin
    dof1 := dof1 * NrOfCatDim[d];
    dof2 := dof2 * (NrOfCatDim[d]-1);
    for cat := 1 to NrOfCatDim[d] do
      MarginalsHigh[d,cat] := 0;
  end;
dof := dof1 - dof2 - 1;
for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
  for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
    for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
      for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
        begin
          MarginalsHigh[1,c1] := MarginalsHigh[1,c1] + estimate[c1,c2,c3,c4];
          MarginalsHigh[2,c2] := MarginalsHigh[2,c2] + estimate[c1,c2,c3,c4];
          MarginalsHigh[3,c3] := MarginalsHigh[3,c3] + estimate[c1,c2,c3,c4];
          MarginalsHigh[4,c4] := MarginalsHigh[4,c4] + estimate[c1,c2,c3,c4];
        end;

ChiSq := 0;
for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
  for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
    for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
      for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
        begin
          if Estimate[c1,c2,c3,c4] <> 0 then
            ChiSq := ChiSq + (sqr((LowTotal * PreviousEstimate[c1,c2,c3,c4] -
              (LowTotal * estimate[c1,c2,c3,c4])) / (LowTotal * estimate[c1,c2,c3,c4])));
            PreviousEstimate[c1,c2,c3,c4] := Estimate[c1,c2,c3,c4];
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

str(iteration, nr);
TableTitle := 'Probability table after iteration ' + nr;
MarginalTitle := 'Marginals after iteration ' + nr;
WriteIPF(TableTitle, MarginalTitle);
end; // End AdjustMarginals

Procedure TForm1.ConvergenceCriterion(criterion:double);
var c,d:integer;

begin
  convergence := true;
  for d := 1 to NrOfDim do
    for c := 1 to NrOfCatDim[d] do
      if abs(MarginalsLow[d,c] - MarginalsHigh[d,c]) > criterion then
        convergence := false;
    end;
  end; // End ConvergenceCriterion

```

Procedure TForm1.WriteResultTable;

// calculates resulting table by N*estimate and Writes to screen and file

var

```

c, c1,
c2, c3,
c4, d      : integer;
temptotal  : double;
TotalDim   : array[1..MaxNrOfDim, 1..8] of double; // marginal totals of xtab
LikChiSq,
ChiSq      : double;
MsgString: string;

```

begin

AssignFile(Outfile,FileName[2]);

Append(Outfile);

for c := 1 to dim1 **do** TotalDim[1,c] := 0; **for** c := 1 to dim2 **do** TotalDim[2,c] := 0; **for** c := 1 to dim3 **do** TotalDim[3,c] := 0; **for** c := 1 to dim4 **do** TotalDim[4,c] := 0;

// calculate result table and marginal totals

ChiSq := 0;

LikChiSq := 0;

for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] **do** **for** c2 := 1 to NrOfCatDim[2] **do** **for** c3 := 1 to NrOfCatDim[3] **do** **for** c4 := 1 to NrOfCatDim[4] **do** **begin**

Result[c1,c2,c3,c4] := estimate[c1,c2,c3,c4] * LowTotal;

LikChiSq := likChiSq + 2 * (start[c1,c2,c3,c4] * ln(start[c1,c2,c3,c4] / result[c1,c2,c3,c4]));

end;**for** c1 := 1 to NrOfCatDim[1] **do** **for** c2 := 1 to NrOfCatDim[2] **do** **for** c3 := 1 to NrOfCatDim[3] **do** **for** c4 := 1 to NrOfCatDim[4] **do** **begin**

TotalDim[1,c1] := TotalDim[1,c1] + result[c1,c2,c3,c4];

TotalDim[2,c2] := TotalDim[2,c2] + result[c1,c2,c3,c4];

TotalDim[3,c3] := TotalDim[3,c3] + result[c1,c2,c3,c4];

TotalDim[4,c4] := TotalDim[4,c4] + result[c1,c2,c3,c4];

end;

MsgString := 'Chi-Squared: ' + FloatToStrF(ChiSq, ffFixed, 15, 4) + #13 +

'Likelihood Chi-squared: ' + FloatToStrF(LikChiSq, ffFixed, 15, 4) + #13 +

'Degrees of freedom: ' + IntToStr(NrOfObs - 1);

// Write result table to file

WriteLn(Outfile, Maintitle);

WriteLn(Outfile);

WriteLn(Outfile, 'Result contingency table');

WriteLn(Outfile);

Write(Outfile, DimensionLabel[3]:8, ' ');

for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] **do** **begin**

Write(Outfile, CategoryLabel[3,c3]:8, ' ');

for c := 1 to (NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] - 1) **do**

Write(Outfile, ':8);

end;

WriteLn(Outfile);

Write(Outfile, ' ':8);

for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] **do** **begin**

Write(Outfile, ' ');

for c := 1 to 8 * (NrOfCatDim[1] * NrOfCatDim[2]) - 1 **do**

Write(Outfile, '-');

end;

WriteLn(Outfile);

Write(Outfile, DimensionLabel[2]:8, ' ');

for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] **do** **begin** **for** c2 := 1 to NrOfCatDim[2] **do** **begin**

Write(Outfile, CategoryLabel[2,c2]:8, ' ');

for c := 1 to NrOfCatDim[1]-1 **do**

Write(Outfile, ' ':8);

end; **end;**

Write(Outfile, CategoryLabel[1,c3]:8, ' ');

end; **end;** **end;** **end;**

```

    end;
end;
Writeln(Outfile);
Write(Outfile, ':8');
for c2 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] do
begin
    Write(Outfile, ');
    for c := 1 to 8 * NrOfCatDim[1] - 1 do
        Write(Outfile, '-');
    end;
    Writeln(Outfile);
    Write(Outfile, DimensionLabel[1]:8, ' ');
    for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
        for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
            for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
                Write(Outfile, CategoryLabel[1,c1]:8, ' ');
            end;
        end;
    end;
    Writeln(Outfile);
    Write(Outfile, DimensionLabel[4]:8, ' ');
    for c1 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] do
begin
    Write(Outfile, ');
    for c := 1 to 7 do
        Write(Outfile, '-');
    end;
    Writeln(Outfile);
    for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
begin
    Write(Outfile, CategoryLabel[4,c4]:8, ' ');
    for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
        for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
            for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
                Write(Outfile, result[c1,c2,c3,c4], ' ');
            end;
        end;
    end;
    Writeln(Outfile);
end;
end;
Writeln(Outfile);
Writeln(Outfile);
Writeln(Outfile);
CloseFile(Outfile);
end; // End WriteResultTable

procedure TForm1.WriteForHillClimbing;
// calculates resulting table by N*estimate and Writes to file fotr input in Hill Climbing algorithm
function GetEnv(pm_EnvVar:String ):string;
var
    pszEnvVar : PChar;
    pszEnvVal : PChar;
    nSize : DWORD;
    lv_EnvVal : String;

begin
    pszEnvVar := StrAlloc(length(pm_EnvVar) + 1);
    StrPCopy(pszEnvVar, pm_EnvVar);

    pszEnvVal := StrAlloc(256);

    GetEnvironmentVariable(
        pszEnvVar, // address of environment variable name
        pszEnvVal, // address of buffer for variable value
        255 // size of buffer, in characters
    );

    lv_EnvVal := StrPas(pszEnvVal);

    StrDispose(pszEnvVal);
    StrDispose(pszEnvVar);

    GetEnv := lv_EnvVal;
end; // End GetEnv
var
    c, c2, c1,
    c3, c4, d : integer;
    TempPath : string;

```



```

begin
  if FileName[3] = 'Nog geen output file geselecteerd' then
  begin
    TempPath := GetEnv('TEMP');
    if TempPath = '' then
      TempPath := 'c:\'
    else
      if TempPath[Length(TempPath)] <> '\' then
        TempPath := TempPath + '\';
      AssignFile(Outfile, TempPath + ChangeFileExt(ExtractFileName(FileName[1]), '.hil')); // output for hill climbing programme
    end else
      AssignFile(Outfile, FileName[3]); // output for hill climbing programme
  Rewrite(Outfile);
  for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
    for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
      for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
        for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
          Result[c1,c2,c3,c4] := estimate[c1,c2,c3,c4] * LowTotal;

        Writeln(Outfile,Maintitle);
        Writeln(Outfile);
        Writeln(Outfile,'Result contingency table from IPF.PAS - input for TAEMeth.PAS');
        Writeln(Outfile);
        Write(Outfile,DimensionLabel[3]:8, ' ');
        for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
        begin
          Write(Outfile,CategoryLabel[3,c3]:8, ' ');
          for c := 1 to (NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] - 1) do
            Write(Outfile,' :8);
          end;
          Writeln(Outfile);
          Write(Outfile,' :8);
        for c3 := 1 to NrOfCatDim[3] do
        begin
          Write(Outfile,' ');
          for c := 1 to 8 * (NrOfCatDim[1] * NrOfCatDim[2]) - 1 do
            Write(Outfile,'-');
          end;
          Writeln(Outfile);
          Write(Outfile, DimensionLabel[2]:8, ' ');
        for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
        begin
          for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
          begin
            Write(Outfile, CategoryLabel[2,c2]:8, ' ');
            for c := 1 to NrOfCatDim[1] - 1 do
              Write(Outfile,' :8);
            end;
          end;
          Writeln(Outfile);
          Write(Outfile,' :8);
        for c2 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] do
        begin
          Write(Outfile,' ');
          for c := 1 to 8 * NrOfCatDim[1] - 1 do
            Write(Outfile,'-');
          end;
          Writeln(Outfile);
          Write(Outfile,DimensionLabel[1]:8, ' ');
        for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
          for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
            for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
              Write(Outfile,CategoryLabel[1,c1]:8, ' ');
            end;
          end;
          Writeln(Outfile);
          Write(Outfile,DimensionLabel[4]:8, ' ');
        for c1 := 1 to NrOfCatDim[3] * NrOfCatDim[2] * NrOfCatDim[1] do
        begin
          Write(Outfile,' ');
          for c := 1 to 7 do
            Write(Outfile,'-');
          end;
          Writeln(Outfile);
          Writeln(Outfile);
        for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
        begin
          Write(Outfile,CategoryLabel[4,c4]:8, ' ');
          for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do

```

```

        for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
            for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
                Write(Outfile, result[c1,c2,c3,c4], ' ');
            WriteLn(Outfile);
        End;
        WriteLn(Outfile);
        WriteLn(Outfile);
        WriteLn(Outfile);
        CloseFile(Outfile);
    end; // End WriteForHillClimbing

Procedure TForm1.CalcBtnClick(Sender: TObject);
var
    c1, c2,
    c3, c4 : integer;

begin
    AssignFile(Outfile, FileName[2]);
    ReWrite(Outfile);
    WriteLn(Outfile, 'IPF.EXE - Iterative Proportional Fitting - Results - C Anton Oskamp 1998');
    WriteLn(Outfile);
    WriteLn(Outfile);
    CloseFile(Outfile);
    Convergence := false;
    ReadStartSituation;
    WriteIPF('Probability table at start', 'Marginals at start');
    Iteration := 1;
    DimNr := 1;
    repeat
        AdjustMarginals(DimNr);
        DimNr := DimNr + 1;
        iteration := iteration + 1;
        if DimNr > NrOfDim then
            DimNr := 1;
            ConvergenceCriterion(CC);
    until (convergence) or (iteration > MaxNrOfIter);
    WriteResultTable; // to output file
    WriteForHillClimbing; // to file for input in TAE meth
    AssignFile(Outfile, FileName[2]);
    AppEnd(Outfile);
    if convergence then
        begin
            WriteLn(Outfile);
            WriteLn(Outfile, 'Convergence reached after ', iteration-1, ' iterations');
            WriteLn(Outfile, 'Differences between known and estimated marginals < ', CC:15:13);
            WriteLn(Outfile);
            WriteLn(Outfile);
            for c3 := 1 to NrOfCatDIM[3] do
                for c4 := 1 to NrOfCatDim[4] do
                    for c2 := 1 to NrOfCatDim[2] do
                        for c1 := 1 to NrOfCatDim[1] do
                            Write(Outfile, result[c1,c2,c3,c4], ' ');
                        End;
                    if not(convergence) then
                        begin
                            WriteLn(Outfile);
                            WriteLn(Outfile, 'Maximum number of iterations reached');
                            WriteLn(Outfile, 'No convergence after ', iteration-1, ' iterations');
                            WriteLn(Outfile);
                        end;
                    CloseFile(Outfile);
                    ShowMessage('Ready!');
                end; // End CalcBtnClick

procedure TForm1.SelectFilesClick(Sender: TObject);
begin
    if OpenFileDialog.Execute then
        begin
            if Sender = InpBtn then
                begin
                    if FileExists(OpenDialog.FileName) then
                        begin
                            InpLab.Caption := OpenFileDialog.FileName;
                            Filename[1] := InpLab.Caption;
                            SessionLab.Caption := ChangeFileExt(InpLab.Caption, '.out');
                            Filename[2] := SessionLab.Caption;
                        end else

```

```
        InpLab.Caption := "";
    end;
    if Sender = SessionBtn then
    begin
        SessionLab.Caption := OpenFileDialog.FileName;
        Filename[2] := SessionLab.Caption;
    end
    if Sender = HillClimbBtn then
    begin
        HillClimbingLab.Caption := OpenFileDialog.FileName;
        Filename[3] := OpenFileDialog.FileName;
    end;
end; // End SelectFilesClick

Procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    InpLab.Caption := 'Nog geen input file geselecteerd';
    SessionLab.Caption := 'Nog geen output file geselecteerd';
    HillClimbingLab.Caption := 'Nog geen output file geselecteerd';
end;

end.
```

Bijlage 2 VB Procedures voor het aanmaken van ipf invoerbestanden

Sub huishoudens()

corop = 0

While corop < 40

corop = corop + 1

coroptxt = Str(corop)

If corop < 10 **Then**

coroptxt = Trim("0") + Trim(coroptxt)

End If

filenaam = "ipf_hh95_cor" + Trim(coroptxt) + ".txt"

Workbooks.Open FileName := "f:\user\lbgmba\Sources\ipf\vijno\input_hh_ipf2.xls"

Open filenaam **For Output As** #1

Print #1, "* Input file for ipf.pas"

Print #1, "* Title"

Print #1, "* NR OF CATEGORIES IN DIMENSIONS"

Print #1, "1"

Print #1, "1"

Print #1, "2"

Print #1, "3"

Print #1, "*LABELS OF DIMENSIONS (max 8 char)"

Print #1, "prut"

Print #1, "corop"

Print #1, "woning"

Print #1, "huishouden"

Print #1, "*LABELS OF CATEGORIES (max 8 char)"

Print #1, "prut"

Print #1, "corop" + Trim(coroptxt)

Print #1, "een"

Print #1, "meer"

Print #1, "alleen"

Print #1, "paar"

Print #1, "gezin"

Print #1, "*OBSERVATIONS"

Set basiskansen = Worksheets("basis kansen wbo hh")

v1 = basiskansen.Cells(corop + 1, 2)

v2 = basiskansen.Cells(corop + 1, 3)

v3 = basiskansen.Cells(corop + 1, 4)

v4 = basiskansen.Cells(corop + 1, 5)

v5 = basiskansen.Cells(corop + 1, 6)

v6 = basiskansen.Cells(corop + 1, 7)

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; v1 'basiskansen.Cells(i + 1, 2)

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; v2 'basiskansen.Cells(i + 1, 3)

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "3"; **Tab**; v3 'basiskansen.Cells(i + 1, 4)

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "1"; **Tab**; v4 'basiskansen.Cells(i + 1, 5)

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "2"; **Tab**; v5 'basiskansen.Cells(i + 1, 6)

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "3"; **Tab**; v6 'basiskansen.Cells(i + 1, 7)

Print #1, "*KNOWN MARGINALS (LOWER LEVEL OBSERVATIONS) dim X cat X marginal"

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"

Print #1, "2"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"

Set WoningMarg = Worksheets("randtotalen woningen 95")

WoningMarg.Select

v1 = WoningMarg.Cells(corop + 1, 2) / (WoningMarg.Cells(corop + 1, 2) + WoningMarg.Cells(corop + 1, 3))

v2 = WoningMarg.Cells(corop + 1, 3) / (WoningMarg.Cells(corop + 1, 2) + WoningMarg.Cells(corop + 1, 3))

Set HuishoudMarg = Worksheets("randtotalen hh 1995")

HuishoudMarg.Select

v3 = HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 2) / (HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 2) + HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 3) + HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 4))

v4 = HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 3) / (HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 2) + HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 3) + HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 4))

v5 = HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 4) / (HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 2) + HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 3) +

HuishoudMarg.Cells(corop + 1, 4))

Print #1, "3"; Tab; "1"; Tab; v1

Print #1, "3"; Tab; "2"; Tab; v2

Print #1, "4"; Tab; "1"; Tab; v3

Print #1, "4"; Tab; "2"; Tab; v4

Print #1, "4"; Tab; "3"; Tab; v5

Close #1

Wend

End Sub

Sub Leeftijden()

corop = 0

While corop < 40

corop = corop + 1

coroptxt = Str(corop)

If corop < 10 **Then**

coroptxt = Trim("0") + Trim(coroptxt)

End If

filenaam = "ipf_lf1995_cor" + Trim(coroptxt) + ".txt"

Workbooks.Open FileName:="f:\user\lbgmba\Sources\ipf\vijno\input_lf_ipf2.xls"

Open filenaam **For Output As** #1**Print** #1, "* Input file for ipf.pas"**Print** #1, "* Title"**Print** #1, "* NR OF CATEGORIES IN DIMENSIONS"**Print** #1, "1"**Print** #1, "1"**Print** #1, "2"**Print** #1, "8"**Print** #1, "*LABELS OF DIMENSIONS (max 8 char)"**Print** #1, "prut"**Print** #1, "corop"**Print** #1, "woning"**Print** #1, "leeftijd"**Print** #1, "*LABELS OF CATEGORIES (max 8 char)"**Print** #1, "prut"**Print** #1, "corop" + Trim(coroptxt)**Print** #1, "een"**Print** #1, "meer"**Print** #1, "17"**Print** #1, "24"**Print** #1, "34"**Print** #1, "44"**Print** #1, "54"**Print** #1, "64"**Print** #1, "74"**Print** #1, ">75"**Print** #1, "*OBSERVATIONS"**Set** basiskansen = Worksheets("basis kansen wbo leeftijden")

v1a = basiskansen.Cells(corop + 3, 2)

v1b = basiskansen.Cells(corop + 3, 3)

v1c = basiskansen.Cells(corop + 3, 4)

v1d = basiskansen.Cells(corop + 3, 5)

v1e = basiskansen.Cells(corop + 3, 6)

v1f = basiskansen.Cells(corop + 3, 7)

v1g = basiskansen.Cells(corop + 3, 8)

v1h = basiskansen.Cells(corop + 3, 9)

v2a = basiskansen.Cells(corop + 3, 10)

v2b = basiskansen.Cells(corop + 3, 11)

v2c = basiskansen.Cells(corop + 3, 12)

v2d = basiskansen.Cells(corop + 3, 13)

v2e = basiskansen.Cells(corop + 3, 14)

v2f = basiskansen.Cells(corop + 3, 15)

v2g = basiskansen.Cells(corop + 3, 16)

v2h = basiskansen.Cells(corop + 3, 17)

Print #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; v1a**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; v1b**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "3"; **Tab**; v1c**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "4"; **Tab**; v1d**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "5"; **Tab**; v1e**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "6"; **Tab**; v1f**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "7"; **Tab**; v1g**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "8"; **Tab**; v1h**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "1"; **Tab**; v2a**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "2"; **Tab**; v2b**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "3"; **Tab**; v2c**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "4"; **Tab**; v2d**Print** #1, "1"; **Tab**; "1"; **Tab**; "2"; **Tab**; "5"; **Tab**; v2e

Print #1, "1"; Tab; "1"; Tab; "2"; Tab; "6"; Tab; v2f
Print #1, "1"; Tab; "1"; Tab; "2"; Tab; "7"; Tab; v2g
Print #1, "1"; Tab; "1"; Tab; "2"; Tab; "8"; Tab; v2h

Print #1, "*KNOWN MARGINALS (LOWER LEVEL OBSERVATIONS) dim X cat X marginal"
Print #1, "1"; Tab; "1"; Tab; "1"
Print #1, "2"; Tab; "1"; Tab; "1"

Set WoningMarg = Worksheets("randtotalen woningen 95")
WoningMarg.Select
v1 = WoningMarg.Cells(corop + 1, 2) / (WoningMarg.Cells(corop + 1, 2) + WoningMarg.Cells(corop + 1, 3))
v2 = WoningMarg.Cells(corop + 1, 3) / (WoningMarg.Cells(corop + 1, 2) + WoningMarg.Cells(corop + 1, 3))

Set LeeftijdMarg = Worksheets("randtotalen leeftijden 1995")
LeeftijdMarg.Select
v11 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 2) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)
v12 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 3) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)
v13 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 4) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)
v14 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 5) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)
v15 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 6) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)
v16 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 7) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)
v17 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 8) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)
v18 = LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 9) / LeeftijdMarg.Cells(corop + 1, 10)

Print #1, "3"; Tab; "1"; Tab; v1
Print #1, "3"; Tab; "2"; Tab; v2
Print #1, "4"; Tab; "1"; Tab; v11
Print #1, "4"; Tab; "2"; Tab; v12
Print #1, "4"; Tab; "3"; Tab; v13
Print #1, "4"; Tab; "4"; Tab; v14
Print #1, "4"; Tab; "5"; Tab; v15
Print #1, "4"; Tab; "6"; Tab; v16
Print #1, "4"; Tab; "7"; Tab; v17
Print #1, "4"; Tab; "8"; Tab; v18

Close #1

Wend

End Sub

Bijlage 3 Een voorbeeld van een ipf-invoerfile

Voorbeeld voor huishoudens (voor 2010 DE scenario) voor COROP# 22

```

* Input file for ipf.pas
* Title
* NR OF CATEGORIES IN DIMENSIONS
1
1
2
3
*LABELS OF DIMENSIONS (max 8 char)
leeg
corop
woning
huishouden
*LABELS OF CATEGORIES (max 8 char)
leeg
corop22
een      }
meer     }   Woningtypen
alleen   }
paar     }
gezin    }
*OBSERVATIONS
1      1      1      1      4577
1      1      1      2      13775
1      1      1      3      18933
1      1      2      1      10395
1      1      2      2      6314
1      1      2      3      6227
}   WBO woonruimte verdeling
*KNOWN MARGINALS (LOWER LEVEL OBSERVATIONS) dim X cat X marginal
1      1      1
2      1      1
3      1      .698442420232112
3      2      0.301557579767888
4      1      0.360783886475371
4      2      0.296095548080459
4      3      0.343120565444171
}   Woningtypen
}   Huishoudenstypen
    
```


Bijlage 4 De woningbezetting

Woningbezetting voor huishoudtypen

Corop	1995	2010			2020		
		de ²	ec ²	gc ²	de ²	ec ²	gc ²
1	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
2	0.95	0.99	0.99	0.99	1.00	1.01	1.02
3	1.12	1.05	1.05	1.06	1.05	1.06	1.07
4	1.01	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
5	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
6	1.03	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
7	1.02	1.16	1.16	1.17	1.15	1.17	1.17
8	1.01	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.94
9	1.03	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
10	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.06
11	1.04	1.03	1.02	1.03	1.01	1.01	1.01
12	1.05	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04
13	1.11	1.11	1.10	1.11	1.10	1.09	1.10
14	1.06	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02
15	1.08	1.07	1.07	1.08	1.06	1.06	1.07
16	1.07	1.01	1.02	1.04	1.02	1.04	1.08
17	1.09	1.11	1.11	1.13	1.10	1.09	1.10
18	0.97	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
19	1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.03	1.03
20	1.05	1.05	1.06	1.08	1.06	1.06	1.08
21	1.10	1.08	1.10	1.11	1.08	1.11	1.14
22	1.07	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01
23	1.08	1.05	1.05	1.06	1.05	1.05	1.05
24	1.04	1.10	1.10	1.10	1.09	1.08	1.09
25	1.11	1.08	1.08	1.10	1.08	1.09	1.10
26	1.04	1.04	1.05	1.06	1.05	1.06	1.08
27	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.10	1.10
28	1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.05	1.09
29	1.03	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
30	1.02	1.03	1.03	1.04	1.03	1.03	1.03
31	0.90	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92
32	0.98	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96
33	1.03	1.04	1.04	1.05	1.04	1.05	1.05
34	1.09	1.10	1.10	1.11	1.10	1.11	1.10
35	1.03	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
36	1.01	1.03	1.03	1.04	1.03	1.03	1.04
37	1.00	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01
38	1.02	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06
39	1.03	1.05	1.06	1.07	1.05	1.07	1.08
40	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.01	1.01

² DE: Divided Europe
 EC: European Competition
 GC: Global Competition

Woningbezetting voor leeftijdsklassen

Corop	1995	2010			2020		
		de ³	ec ²	gc ²	de ²	ec ²	gc ²
1	2.41	2.43	2.50	2.38	2.37	2.51	2.35
2	2.38	2.31	2.36	2.24	2.20	2.35	2.20
3	2.35	2.16	2.21	2.12	2.06	2.16	2.04
4	2.45	2.28	2.34	2.23	2.19	2.29	2.15
5	2.41	2.30	2.35	2.24	2.18	2.27	2.11
6	2.51	2.35	2.42	2.31	2.26	2.37	2.21
7	2.53	2.77	2.86	2.75	2.66	2.84	2.68
8	2.51	2.18	2.23	2.14	2.13	2.21	2.08
9	2.56	2.23	2.29	2.19	2.18	2.28	2.14
10	2.72	2.49	2.55	2.43	2.35	2.46	2.33
11	2.58	2.43	2.47	2.35	2.29	2.37	2.22
12	2.66	2.44	2.51	2.38	2.41	2.55	2.37
13	2.80	2.65	2.67	2.56	2.50	2.55	2.42
14	2.67	2.45	2.51	2.39	2.35	2.46	2.30
15	2.50	2.34	2.39	2.29	2.23	2.35	2.19
16	2.77	2.63	2.73	2.63	2.48	2.64	2.56
17	2.56	2.41	2.46	2.36	2.25	2.33	2.17
18	2.58	2.41	2.47	2.35	2.33	2.46	2.28
19	2.56	2.34	2.41	2.30	2.29	2.40	2.22
20	2.44	2.40	2.47	2.38	2.38	2.52	2.38
21	2.33	2.17	2.23	2.16	2.05	2.20	2.09
22	2.47	2.23	2.26	2.14	2.12	2.21	2.04
23	2.19	2.14	2.17	2.07	2.07	2.15	1.98
24	2.41	2.28	2.33	2.22	2.17	2.26	2.10
25	2.58	2.42	2.46	2.36	2.27	2.41	2.25
26	2.23	2.27	2.32	2.23	2.30	2.40	2.25
27	2.56	2.38	2.43	2.30	2.30	2.42	2.25
28	2.68	2.46	2.53	2.41	2.32	2.49	2.39
29	2.32	2.15	2.19	2.07	2.06	2.15	1.98
30	2.54	2.40	2.45	2.32	2.29	2.39	2.21
31	2.21	2.18	2.22	2.14	2.09	2.18	2.04
32	2.39	2.33	2.38	2.27	2.24	2.36	2.21
33	2.54	2.38	2.44	2.32	2.31	2.43	2.26
34	2.67	2.51	2.58	2.44	2.41	2.54	2.34
35	2.69	2.35	2.40	2.29	2.25	2.34	2.18
36	2.55	2.37	2.43	2.32	2.29	2.39	2.23
37	2.60	2.45	2.50	2.38	2.32	2.43	2.26
38	2.58	2.37	2.42	2.32	2.29	2.40	2.25
39	2.47	2.26	2.33	2.24	2.18	2.32	2.18
40	2.65	2.52	2.59	2.46	2.39	2.54	2.36

³ DE: Divided Europe
 EC: European Competition
 GC: Global Competition

Bijlage 5 Wegen en Ophogen

fracties uit ipf-berekening						ipf-fracties gewogen (naar 1)						ipf-fracties opgehoogd					
0.2272	0.2964	0.3670	0.0795	0.0230	0.0069	0.2551	0.3328	0.4121	0.7267	0.2098	0.0635	0.2596	0.3387	0.4194	0.7396	0.2135	0.0646
0.1661	0.2660	0.3779	0.1201	0.0527	0.0172	0.2051	0.3283	0.4665	0.6319	0.2776	0.0905	0.1957	0.3132	0.4451	0.6029	0.2648	0.0863
0.1757	0.1964	0.2560	0.2720	0.0677	0.0321	0.2797	0.3127	0.4076	0.7315	0.1820	0.0864	0.3132	0.3501	0.4563	0.8190	0.2038	0.0968
0.2210	0.2693	0.3658	0.1040	0.0267	0.0131	0.2581	0.3146	0.4273	0.7234	0.1854	0.0912	0.2596	0.3164	0.4298	0.7276	0.1865	0.0917
0.2520	0.2753	0.3740	0.0571	0.0243	0.0174	0.2796	0.3054	0.4150	0.5783	0.2458	0.1759	0.2690	0.2938	0.3992	0.5563	0.2364	0.1692
0.2342	0.2852	0.3799	0.0739	0.0172	0.0095	0.2604	0.3171	0.4224	0.7345	0.1708	0.0948	0.2691	0.3277	0.4366	0.7590	0.1765	0.0979
0.1854	0.3122	0.3980	0.0755	0.0178	0.0112	0.2070	0.3486	0.4444	0.7229	0.1701	0.1069	0.2112	0.3557	0.4534	0.7377	0.1736	0.1091
0.1734	0.3180	0.4052	0.0717	0.0238	0.0080	0.1934	0.3547	0.4519	0.6929	0.2302	0.0769	0.1958	0.3590	0.4574	0.7013	0.2330	0.0778
0.2008	0.3053	0.3701	0.0815	0.0272	0.0152	0.2291	0.3485	0.4224	0.6578	0.2198	0.1224	0.2363	0.3594	0.4356	0.6784	0.2266	0.1263
0.1740	0.2659	0.4026	0.1066	0.0299	0.0210	0.2065	0.3156	0.4779	0.6769	0.1898	0.1333	0.2136	0.3263	0.4942	0.7000	0.1963	0.1378
0.1775	0.2547	0.3828	0.1197	0.0388	0.0266	0.2177	0.3125	0.4698	0.6468	0.2096	0.1435	0.2256	0.3238	0.4868	0.6703	0.2172	0.1488
0.1716	0.2596	0.3959	0.1221	0.0334	0.0174	0.2075	0.3138	0.4787	0.7062	0.1930	0.1009	0.2173	0.3287	0.5013	0.7396	0.2021	0.1056
0.1934	0.2748	0.3757	0.1129	0.0283	0.0149	0.2292	0.3256	0.4452	0.7231	0.1815	0.0955	0.2536	0.3603	0.4925	0.8000	0.2008	0.1056
0.2192	0.2990	0.4040	0.0570	0.0143	0.0066	0.2377	0.3242	0.4381	0.7318	0.1835	0.0847	0.2529	0.3451	0.4662	0.7788	0.1953	0.0901
0.1691	0.2518	0.3478	0.1639	0.0437	0.0237	0.2199	0.3276	0.4524	0.7088	0.1887	0.1025	0.2370	0.3531	0.4876	0.7639	0.2034	0.1105
0.2298	0.2894	0.4157	0.0414	0.0133	0.0103	0.2458	0.3095	0.4447	0.6369	0.2051	0.1580	0.2641	0.3325	0.4776	0.6841	0.2203	0.1698
0.1466	0.2348	0.3212	0.2003	0.0576	0.0394	0.2086	0.3342	0.4572	0.6736	0.1938	0.1326	0.2268	0.3634	0.4971	0.7323	0.2107	0.1442
0.1799	0.2877	0.4277	0.0662	0.0240	0.0145	0.2009	0.3213	0.4778	0.6326	0.2290	0.1385	0.1951	0.3122	0.4641	0.6145	0.2224	0.1345
0.1625	0.2634	0.3878	0.1134	0.0489	0.0240	0.1997	0.3237	0.4766	0.6089	0.2625	0.1286	0.2035	0.3298	0.4856	0.6204	0.2675	0.1310
0.1457	0.2393	0.2957	0.1812	0.0824	0.0557	0.2141	0.3516	0.4344	0.5675	0.2580	0.1745	0.2243	0.3683	0.4551	0.5946	0.2703	0.1828
0.1732	0.2115	0.2605	0.2167	0.0813	0.0568	0.2685	0.3278	0.4038	0.6108	0.2291	0.1601	0.2941	0.3590	0.4422	0.6689	0.2510	0.1754
0.1463	0.2463	0.2980	0.1893	0.0643	0.0558	0.2119	0.3567	0.4315	0.6118	0.2078	0.1804	0.2261	0.3807	0.4605	0.6529	0.2218	0.1925
0.0690	0.1152	0.1466	0.3959	0.1435	0.1297	0.2086	0.3483	0.4431	0.5917	0.2145	0.1938	0.2258	0.3771	0.4797	0.6406	0.2322	0.2098
0.1633	0.2794	0.3420	0.1515	0.0389	0.0249	0.2081	0.3561	0.4359	0.7036	0.1806	0.1158	0.2171	0.3715	0.4548	0.7341	0.1884	0.1209
0.1472	0.2090	0.3152	0.2203	0.0694	0.0388	0.2192	0.3113	0.4695	0.6707	0.2112	0.1181	0.2436	0.3459	0.5217	0.7452	0.2347	0.1313
0.0522	0.0985	0.1512	0.3492	0.1867	0.1621	0.1730	0.3264	0.5006	0.5003	0.2675	0.2322	0.1807	0.3408	0.5228	0.5224	0.2793	0.2425
0.1305	0.2086	0.3097	0.2313	0.0687	0.0512	0.2012	0.3215	0.4773	0.6586	0.1955	0.1459	0.2192	0.3503	0.5200	0.7176	0.2130	0.1589
0.1340	0.2437	0.4038	0.1247	0.0650	0.0290	0.1715	0.3118	0.5167	0.5704	0.2971	0.1325	0.1774	0.3226	0.5346	0.5901	0.3074	0.1371
0.0819	0.1526	0.2247	0.2864	0.1363	0.1181	0.1784	0.3323	0.4893	0.5295	0.2521	0.2184	0.1830	0.3409	0.5020	0.5432	0.2586	0.2241
0.1131	0.2387	0.3491	0.1743	0.0792	0.0457	0.1613	0.3406	0.4981	0.5827	0.2646	0.1527	0.1650	0.3483	0.5092	0.5957	0.2706	0.1561
0.2137	0.3031	0.4039	0.0462	0.0255	0.0075	0.2321	0.3292	0.4387	0.5826	0.3223	0.0951	0.2094	0.2970	0.3958	0.5256	0.2908	0.0858
0.2115	0.2823	0.3701	0.0907	0.0357	0.0097	0.2448	0.3267	0.4284	0.6669	0.2620	0.0711	0.2392	0.3192	0.4186	0.6515	0.2560	0.0695
0.1570	0.2929	0.3928	0.1114	0.0281	0.0178	0.1863	0.3476	0.4661	0.7082	0.1786	0.1132	0.1912	0.3567	0.4784	0.7269	0.1833	0.1162
0.2101	0.2683	0.3701	0.1082	0.0294	0.0140	0.2476	0.3162	0.4362	0.7139	0.1938	0.0923	0.2709	0.3458	0.4771	0.7808	0.2120	0.1010
0.1473	0.2886	0.4262	0.0933	0.0327	0.0120	0.1709	0.3348	0.4944	0.6762	0.2369	0.0868	0.1754	0.3437	0.5077	0.6944	0.2433	0.0891
0.1708	0.2901	0.3997	0.0977	0.0295	0.0121	0.1985	0.3371	0.4644	0.7011	0.2119	0.0869	0.2015	0.3421	0.4713	0.7116	0.2151	0.0882
0.1468	0.2820	0.4331	0.0958	0.0281	0.0142	0.1704	0.3272	0.5025	0.6932	0.2037	0.1031	0.1702	0.3269	0.5020	0.6926	0.2035	0.1030
0.1622	0.2958	0.4352	0.0783	0.0144	0.0142	0.1816	0.3312	0.4872	0.7329	0.1346	0.1325	0.1844	0.3362	0.4947	0.7441	0.1367	0.1345
0.1326	0.2514	0.3793	0.1488	0.0562	0.0316	0.1738	0.3294	0.4969	0.6289	0.2376	0.1335	0.1796	0.3405	0.5137	0.6501	0.2456	0.1381
0.1265	0.2534	0.4661	0.0965	0.0373	0.0201	0.1495	0.2995	0.5509	0.6268	0.2424	0.1308	0.1474	0.2953	0.5431	0.6179	0.2390	0.1289

Literatuur

Beek van der, M. (1999), Data en Model Server; Algemene inleiding en rekenkundige operatoren; Toepassing: Ruimtescanner 3.0. Amsterdam: YUSE GSO Object Vision

Goetgeluk R, P.J. Louter, J.A.M. Borsboom-van Beurden, M.A.J. Kuipers-Linde, J.F.M. van der Waals, K.T. Geurs (2000), Het volle Land? Een compact ruimtelijk referentiebeeld 2020 voor de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening. RIVM-rapport nr. 711931 001. Bilthoven/Delft: RIVM/TNO-INRO

Schotten, C.G.J., R. van de Velde, H.J. Schotten, W.T. Boersma, M. Hilferink, M. Ransijn & R. Zut (1997), Ruimtescanner, geïntegreerd ruimtelijk informatiesysteem voor de simulatie van toekomstig ruimtegebruik. RIVM-rapport nr. 711901 002. Bilthoven/Amsterdam: RIVM/Vrije Universiteit/Geodan

Wilson, A.G. & M.J. Kirby (1980), Mathematics for geographers and planners. Oxford: Clarendon Press, second edition

Verzendlijst

- 1-10 Rijksplanologische Dienst
- 11 Drs. G. Fenten, RPD, Ministerie VROM, Den Haag
- 12 Dr. F.C. Filius, RPD, Ministerie VROM, Den Haag
- 13 Drs. J. Groen, RPD, Ministerie VROM, Den Haag
- 14 Prof. Dr. J. Cramer (voorzitter stuurgroep Toets)
- 15 Ir. J. van der Waard, AVV, Den Haag
- 16 Dr. I. de Vries, RIKZ, Den Haag
- 17 Drs. P. Louter, TNO Inro, Delft
- 18 Drs. A. Wagtendonk, Vrije Universiteit, Amsterdam
- 19 Prof. dr. P. Rietveld, Vrije Universiteit Amsterdam
- 20 Prof. dr. H. Scholten, Vrije Universiteit Amsterdam
- 21 Drs. M. Hilferink, Yuse GSO Object Vision, Amsterdam
- 22 Dr. A.O. Oskamp, ABF, Delft
- 23 Hilhorts et al., Aris, Utrecht
- 24 W. Boersma, CSO, Bunnik
- 25 Drs. H. Farjon, Alterra, Wageningen
- 26 Dr. F. Veeneklaas, Alterra, Wageningen
- 27 Prof. dr. G. Beers, LEI, Den Haag
- 28 Dr. H.J.M Hillebrand, LEI, Den Haag
- 29 Dr. S. Geertman, faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht/Nethur
- 30 Dr. J.J. Harts, faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht/Nethur
- 31 Prof. dr. G.P. Van Wee, faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht/Nethur
- 32 Dr. G. Engelen, RIKS, Maastricht
- 33 Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
- 34 Directie RIVM
- 35 Prof ir. N.D. van Egmond
- 36 Ir. F. Langeweg
- 37 Ir. R. van den Berg
- 38 Drs. J.G. Nienhuis
- 39 Drs. J. Wiertz
- 40 Dr. J.R. M. Alkemade
- 41 Drs. J.A.M. Borsboom-Van Beurden
- 42 Drs. A. Bouwman
- 43 Dr. L. Crommentuijn
- 44 Drs. C. Heunks
- 45 Drs. F.J. Kragt
- 46 Drs. K. T. Geurs
- 47 Dr. M.A.J. Kuijpers-Linde
- 48 Drs. A.C.M. de Nijs
- 49 Drs. R. de Niet
- 50 Ing. C.B.W. Schilderman
- 51 Ir. C.G.J. Schotten
- 52 Drs. A. Van der Veen
- 53 Drs. S.L.N. Zwakhals
- 54-65 Auteur(s)

66	SBD/Voorlichting & Public Relations
67	Bureau Rapportenregistratie
68	Bibliotheek RIVM
69-83	Bureau Rapportenbeheer