

# Statistiese kartering van faktorverwantskappe vir leerdervordering in SA openbare hoërskole

E Becker, L Venter

Departement Logistiek, Stellenbosch Universiteit, Suid-Afrika  
**Korresponderende outeur:** Lieschen Venter **E-pos:** [lventer@sun.ac.za](mailto:lventer@sun.ac.za)

Hierdie studie ontwikkel 'n verfynde faktorverwantskapskartering vir leerdervordering in Suid-Afrikaanse openbare hoërskole, met spesifieke fokus op die Wes-Kaap en Gauteng. Deur data uit die 2019- Algemene Huishoudelike Opname te gebruik, is kwantitatiewe tegnieke soos faktoranalise, meervlakkigeregressie-analise en strukturele vergelykingsmodellering toegepas om die verhoudings tussen sosio-ekonomiese status, gesondheid, huishoudelike toestande en skoolfaktore te ontleed. Hierdie studie het nie net belangrike faktore vasgestel nie, maar het ook die verhoudingskakels tussen hierdie veranderlikes en hul gesamentlike invloed op leerdervordering gekwantifiseer.

Resultate toon dat stabiele gesinstrukture en hoër huishoudelike welvaart positief verband hou met verbeterde akademiese uitkomst, terwyl lae voedselonsekerheid en betroubare nutsdienste leerderbehoud bevorder. Sosio-ekonomiese status speel 'n sleutelrol in leerdervordering, wat die belangrikheid van stabiele tuisomgewings uitlig. Hoewel gesondheid minder prominent as 'n direkte faktor voorkom, blyk dit dat omgewingsfaktore soos voedselonsekerheid en huishoudelike welvaart sterker voorspellers van leerderuitkomst is as wat voorheen gedink is.

Hierdie verwantskapsmodel verskaf waardevolle insigte vir beleidsingrypings om leerderuitval te verminder en akademiese prestasie in Suid-Afrikaanse hoërskole te verbeter. Dit beklemtoon die noodsaaklikheid van verbeterde huishoudelike omstandighede as deel van 'n breër strategie om leerderuitkomst te versterk.

**Sleutelwoorde:** leerdervordering, Suid-Afrikaanse hoërskoolstelsel, faktoranalise, strukturele vergelykingsmodellering, besluitnemingsondersteuning.

**Statistical mapping of factor relationships for learner progress in SA public high schools:** This study develops a refined factor relationship mapping for learner progression in South African public high schools, with a specific focus on the Western Cape and Gauteng. Using data from the 2019 General Household Survey, quantitative techniques such as factor analysis, multilevel regression analysis and structural equation modelling were applied to analyse the relationships between socio-economic status, health, household conditions and school factors. This study not only identifies important factors, but also quantifies the relationship links between these variables and their combined influence on learner progression.

Results show that stable family structures and higher household wealth are positively associated with improved academic outcomes, while low food insecurity and reliable utilities promote learner retention. Socio-economic status plays a key role in learner progression, revealing the importance of stable home environments. Although health appears less prominent as a direct factor, environmental factors such as food insecurity and household affluence appear to be stronger predictors of learner outcomes than previously thought.

This relationship model provides valuable insights for policy interventions to reduce learner dropout and improve academic performance in South African high schools. It reveals the need for improved household conditions as part of a broader strategy to strengthen learner outcomes.

**Keywords:** learner progression, South African high school system, factor analysis, structural equation modelling, decision support.

## Inleiding

Ten einde die faktore te verstaan wat leerdervordering in Graad 8 tot 12 beïnvloed, is dit belangrik om hierdie fase binne die breër landskap van leerderprestasie, beleidsdoelwitte en sosio-ekonomiese uitdagings in die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel te plaas. Die Suid-Afrikaanse basiese onderwysstelsel is in 'n kritieke toestand. Data oor twee dekades bevestig die stelsel se swak prestasie (Spaull, 2023). Internasionale assesserings soos die *Progress in International Reading Literacy Study* (PIRLS) 2021 en *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) 2019, waarvan die Suid-Afrikaanse resultate in 2023 en 2024 gepubliseer is, toon dat leerders in Suid-Afrika steeds beduidend swakker presteer as dié in vergelykbare middelinkomste- en selfs sommige lae-inkomstelende. PIRLS 2021 het byvoorbeeld bevind dat 81% van Suid-Afrikaanse Graad 4-leerders nie met begrip kan lees nie – 'n agteruitgang van 3 persentasiepunte sedert 2016 (Mullis et al., 2023). TIMSS 2019 wys op soortgelyke tekorte in wiskunde- en wetenskapprestasie by Graad 9-leerders (Mullis et al., 2020). Hierdie prestasiemetings staan in kontras met leerdervordering – 'n konseptuele onderskeid wat in hierdie studie belangrik is, aangesien vordering oor grade heen nie noodwendig gepaard gaan met akademiese prestasie nie. Die meeste leerders is funksioneel ongeletterd, met slegs 'n klein, welgestelde minderheid wat behoorlike taal- en numeriese vaardighede toon.

Vyftienjarige Suid-Afrikaanse leerders het in TIMSS 2019, wat Graad 9-leerders (gemiddeld 15 jaar oud) assessee, tweede-laaste in internasionale vergelykings van wiskunde- en wetenskapprestasie geëindig (Mullis et al., 2020). Verder is die gehalte van wiskunde- en natuurwetenskaponderrig in Suid-Afrika reeds in 2015 as die swakste uit dié van 143 lande geëvalueer (Dutta, Geiger & Lanvin, 2015). Taalgeletterdheid verwys na die vermoë om in 'n spesifieke taal met begrip te lees, te skryf en te kommunikeer, terwyl numeriese geletterdheid die vermoë behels om basiese wiskundige konsepte in alledaagse situasies te verstaan en toe te pas. In die Suid-Afrikaanse konteks word 'n leerder as geletterd beskou indien hy of sy op Graad 4-vlak met begrip kan lees, en op Graad 9-vlak basiese syfervaardighede kan demonstreer, soos deur internasionale studies soos PIRLS en TIMSS gemeet (Mullis et al., 2023; Mullis et al., 2020). Spaull (2023) het egter bevind dat 78% van Graad 4-leerders nie met begrip kan lees nie, en beklemtoon dat hierdie probleem reeds in die vroeë grade begin.

Die COVID 19-pandemie het volgens Van der Berg et al. (2022) 'n dekade se terugslag in leesuitkomst tot gevolg gehad en Suid-Afrika verder weg van sy 2030-doelwitte geplaas. Hierdie doelwitte is oorspronklik gestel in die Nasionale Ontwikkelingsplan van 2012, wat onder meer beoog het dat alle Graad 4-leerders teen 2030 met begrip sou moes kon lees en dat onderwyskwaliteit beduidend sou moes verbeter het. Van der Berg et al. (2022) se ontleding van sistemiese toetse in die Wes-Kaap wys egter op agteruitgang: die persentasie Graad 3-leerders wat minstens 30% in taal behaal het, het van 68% in 2019 tot 59% in 2021 gedaal, en wiskundeprestasie het soortgelyk oor Graad 3, 6 en 9 verswak. Konserwatiewe ramings dui daarop dat leerders nou tussen 40% en 106% van 'n skooljaar

agter is in taal en wiskunde. Hierdie resultate beklemtoon die behoefte aan 'n herwaardering van die haalbaarheid van die Nasionale Ontwikkelingsplan (NPC, 2012) se onderwysdoelwitte gegewe die impak van die COVID-pandemie en die bestaande onderwyslandskap. Ondanks verbeterde slaagsyfers vir die Nasionale Senior Sertifikaat, bly uitvalsyfers in hoër onderwys hoog, met sowat 29% van eerstejaarstudente wat hul studies reeds ná die eerste jaar staak, en 'n kumulatiewe uitvalsyfer van 60,9% oor tien jaar (DHET, 2023). Umalusi en ander liggame het ook kommer uitgespreek oor die lae standarde van die slaagpunt (Dyomfana, 2022).

Onderwys is 'n komplekse proses wat deur verskeie veranderlikes beïnvloed word (Taylor et al., 2013), met leerderuitval as 'n sleuteluitdaging (Zero Dropout Campaign, 2022). In Suid-Afrika word leerderuitval gedefinieer as leerders wat die skool verlaat sonder om die Nasionale Senior Sertifikaat te behaal, met die grootste uitval wat in Graad 10 en 11 voorkom. Ongeveer 50% van leerders voltooi nie Graad 12 nie. Statistiek Suid-Afrika (2022) skat dat 48% van die 2009–2018-kohort nie matriek voltooi het nie, terwyl sowat 25% van agtienjariges reeds in 2019 nie meer skool bygewoon het nie.

Die Suid-Afrikaanse onderwysstelsel toon ernstige tekortkominge, en hierdie studie fokus op die identifisering en analise van faktore wat leerdervordering van Graad 8 tot Graad 12 in openbare hoërskole beïnvloed, spesifiek in die Wes-Kaap en Gauteng. Hierdie twee provinsies is gekies vanweë hul uiteenlopende opvoedkundige en sosio-ekonomiese kenmerke, wat insigte bied in beide stedelike uitdagings en suksesmodelle. Die navorsing sluit die verfyning en bekragtiging van verwantskarterings in, gebaseer op statistiese ontleding van nasionale data, met die doel om faktore soos skoolhulpbronne, leerdermotivering, gesins- en gesondheidsdinamika en sosiale ondersteuning te verstaan. Uiteindelik poog die studie om betroubare insigte te bied oor hoe om leerdervordering en onderwysuitkomst in die komplekse Suid-Afrikaanse konteks te verbeter.

## Literatuur

Navorsing oor die Suid-Afrikaanse skoolstelsel toon dat leerderuitval in hoërskole grootliks beïnvloed word deur ekonomiese uitdagings, werksoek, druipeyfers en tienerswangerskap. Tienerswangerskap en swak onderrig in laer grade bly sleutelredes vir leerderuitval, veral onder meisies (CGE, 2023). Kohortgrootte speel 'n belangrike rol in skoolgehalte, waar groter klasse dikwels swakker leerderprestasie toon (Köhler, 2020).

Volgens Amnesty International (2020) kan verbeterde skoolomstandighede, soos kleiner klasse en beter toegang tot hulpbronne, leerderuitkomst versterk – veral in skole met lae sosio-ekonomiese status. Tog bly skoolinfrastruktuur 'n groot uitdaging, aangesien baie skole steeds van basiese hulpbronne ontnem is. Volgens Hofmeyr en McEwen (2018) speel ouers en gesinne 'n belangrike rol in leerderprestasie, met data wat toon dat leerders met albei ouers teenwoordig én ouers met hoër onderwysvlakke oor die algemeen beter vaar. Hulle beklemtoon egter dat teenwoordigheid alleen nie voldoende is nie – ouerlike

betrokkenheid, soos ondersteuning met skooltake en aktiewe deelname aan die leerproses, is eweneens van kritieke belang.

Swak akademiese prestasie, dikwels beïnvloed deur swak onderrig en 'n tekort aan vakkennis by onderwysers, bly 'n belangrike probleem (Van der Berg, Taylor, Gustafsson, Spaull & Armstrong, 2011; Spaull, 2015; Darling-Hammond, Hyler & Gardner, 2017). Verder toon verskeie studies dat die onderrigtaal 'n bepalende invloed het op leerderprestasie, veral in konteks van tweede- of derdetaalleerders. In Suid-Afrika is dit veral belangrik, aangesien baie leerders van Graad 4 skielik in Engels onderrig ontvang, ondanks die feit dat dit nie hul moedertaal is nie (Taylor, Van der Berg & Mabogoane, 2013; Zoch, 2017). Hierdie taalverskuiwing belemmer konsepbegrip en affekteer die ontwikkeling van lees- en redeneerfunksies, wat deurslaggewend is vir sukses in latere grade. Afknouery veroorsaak verdere afwesigheid en swak prestasie, wat leerderuitval bevorder. Meisies wat aan afknouery blootgestel word, is meer geneig om die skool te verlaat (Gubbels, Van der Put & Assink, 2019; McClinton Appollis et al., 2023). Gemeenskaps-ondersteuning speel ook 'n sleutelrol. Skole in gebiede met 'n laer sosio-ekonomiese status (SES-gebiede) sukkel met 'n gebrek aan hulpbronne, dissiplinêre uitdagings en swak bestuur. Tog kan gemeenskapsinisiatiewe soos mentors en tutors leerdermotivering bevorder (Botha, Booysen & Wouters, 2018).

Gesonde leerders kan gereeld skool bywoon, aktief met ander skakel en suksesvol leeraktiwiteite voltooi. Bywoningspatrone en akademiese vordering word egter negatief beïnvloed deur faktore soos graadherhaling, uitval en herinskrywing (Wills & Qvist, 2023). Leerderafwesigheid, dikwels as gevolg van onvermoë om skoolfonds te betaal, en 'n gebrek aan ouer-ondersteuning benadeel akademiese prestasie. Skoolkenmerke soos onderwyser- en leerderafwesigheid en graadherhaling het ook 'n negatiewe impak op leerders se gemiddelde prestasie.

Die doeltreffendheid en toewyding van onderwysers bly een van die belangrikste bepalers van leerderprestasie. In skole met min hulpbronne word hierdie rol selfs meer deurslaggewend, aangesien leerders dikwels nie toegang het tot aanvullende ondersteuning of leerhulp buite die klaskamer nie. Onlangse navorsing wys dat onderwysers met goeie vakkennis en professionele ondersteuning leerderuitkomste betekenisvol kan verbeter, selfs in arm gebiede (Spaull & Kotze, 2015; Darling-Hammond, Hyler & Gardner, 2017). Die ontwikkeling van hierdie onderwyserkapasiteit, saam met vroeë vordering in kernvaardighede soos lees en wiskunde, lê 'n stewige grondslag vir sukses op hoërskoolvlak en verminder die kans op uitval. Om regtig 'n verskil te maak, moet toegang tot onderwys nie net fisies wees nie, maar ook inhoudelik sinvol – deur leerders toe te rus met vaardighede en kennis wat hul lewensuitkomste kan verbeter (Department of Basic Education, 2023).

## Navorsingsontwerp

Hierdie studie het 'n opeenvolgende kwantitatiewe navorsingsontwerp gevolg waarin drie gevorderde statistiese tegnieke, naamlik faktoranalise (FA), meervlakkigeregressie-analise

(MRA) en strukturelevergelykingsmodellering (SVM), toegepas is. Elke metode is gekies op grond van die spesifieke vermoë daarvan om onderskeidelik onderliggende faktore te identifiseer, die sterkte van verhoudings tussen hierdie faktore te kwantifiseer, en uiteindelik 'n konseptuele raamwerk te toets. Die navorsing beoog om die volgende vrae te beantwoord: (i) Watter persoonlike en huishoudelike faktore wat in die AHO van 2019 versamel is, dra by tot leerdervordering in openbare hoërskole in Gauteng en die Wes-Kaap? (ii) Hoe beïnvloed sosio-ekonomiese toestande, soos huishoudelike welvaart of toegang tot dienste, leerderuitkomste? (iii) Kan 'n konseptuele raamwerk ontwikkel word om hierdie faktore se gesamentlike invloede te beskryf en toets? Die analitiese volgorde is doelbewus gestruktureer: nadat die onderliggende faktore met FA geïdentifiseer is, is saamgestelde veranderlikes geskep en in MRA gebruik om die effek van huishoudelike en persoonlike faktore op leerdervordering te ontleed. Die doel van hierdie stap was om die relatiewe sterkte van die identifiseerde faktore as voorspellers van leerderuitkomste te kwantifiseer. Die finale model is vervolgens met SVM getoets om beide direkte en indirekte invloede in een geïntegreerde raamwerk te bevestig. SVM is hier ingespan om die geldigheid van die konseptuele raamwerk wat uit die vorige twee analises ontstaan het, statisties te ondersoek.

## Data-insameling en steekproefneming

Die Algemene Huishoudelike Opname (AHO), wat sedert 2002 jaarliks deur Statistiek Suid-Afrika uitgevoer word, bied omvattende data oor die lewensomstandighede van Suid-Afrikaanse huishoudings en individue. Die data dek verskeie aspekte soos onderwys, gesondheid, voedselsekerheid, sosiale ontwikkeling, gesinsdinamika, behuisingstoestande, inkomste, vroeë kinderontwikkeling en blootstelling aan geweld. Hierdie openbare datastel, wat gebruik maak van 'n gestratifiseerde tweefase-steekproefontwerp, verteenwoordig stedelike, landelike en landbougemeenskappe en sluit jaarliks sowat 20 000 huishoudings in. Dis 'n uitgebreide datastel van deurslaggewende waarde vir navorsing en beleidsformulering in Suid-Afrika, aangesien dit insigte bied oor die uitdagings en behoeftes van gemeenskappe regoor die land.

Die 2019-weergawe van die AHO is gebruik omdat dit die mees onlangse opname is wat 'n volledige stel onderwysveranderlikes insluit. Vanaf 2020 is die onderwysmodule verkort: In 2019 was daar 25 vrae, terwyl daar teen 2022 slegs 15 was. Sleutelinsigting oor byvoorbeeld klasgrootte, handboeke, skoolafwesigheid en leerdervoer is verwyder, wat 2019 die laaste bruikbare jaar vir hierdie tipe analise maak (Statistiek Suid-Afrika, 2020; 2022).

Die 2019-datastel dien as die primêre bron vir hierdie studie, wat spesifiek fokus op die Wes-Kaap en Gauteng. Hierdie twee provinsies is gekies omdat hulle sowel stedelike as diverse sosio-ekonomiese kontekste insluit, met relatief beter data-gehalte, hoër onderwysuitgawes per leerder en beter toegang tot skoolinfrastruktuur (Departement van Basiese Onderwys, 2023). Albei toon ook hoër matriekslaagsyfers as die nasionale gemiddeld, maar met kontrasterende patrone in stedelike ongelykheid, wat dit moontlik maak om verwantskappe binne en tussen sosio-ekonomiese groepe te ondersoek sonder die

inmenging van strukturele diensleweringsverskille wat in ander provinsies meer ekstreme vorme aanneem. Die finale datastel bevat huishoudings- en persoonsvlakveranderlikes wat deur unieke identifiseerders verbind is.

## Meetinstrumente en veranderlikes

Die AHO-data is in twee ASCII-vasteveldformaatlêers georganiseer – een met data oor huishoudelike toestande (bv. voedselonsekerheid, toegang tot nutsdienste en gesinsinkomste), en een met inligting oor individuele leerders (bv. taalvaardighede, graadouderdompas en afwesigheid). Hierdie skeiding maak dit moontlik om dinamiese verhoudings tussen kontekstuele en individuele invloede op leerdervordering te ontleed. Die formaat verseker versoenbaarheid met statistiese sagtewarepakette soos SAS, SPSS en Stata, wat die data toeganklik maak vir 'n diverse groep gebruikers. Die lêers is vervolgens skoonmaak deur duplikaatskrywings te verwyder en saamgevoeg tot 'n gekombineerde datastel. Hierdie proses, gefasiliteer deur unieke rekordidentifiseerders vir huishoudings en individue, het volledige huishoudelike en individuele data geïntegreer. Ontbrekende waardes is opgespoor en slegs waarnemings met volledige data vir die betrokke veranderlikes is ingesluit om onbetroubare patrone of wanvoorstellings te voorkom. Die integrasie het meervlakkige data tot 'n enkelvlak-datastel verenig, wat herhaalde waarnemings van huishoudelike eienskappe vir elke individu binne dieselfde huishouding moontlik gemaak het. Hierdie verwerkingskeuses het die steekproefgrootte vir huishoudingsvlakanalises vergroot, die akkuraatheid van die parameterberamings verhoog, en die geldigheid van die resultate in die multivlak- en strukturele modelle versterk. Die finale datastel vir Gauteng en die Wes-Kaap het 182 huishoudingsvlakveranderlikes bevat, met 6 665 huishoudings en 149 persoonsvlakveranderlikes, met 21 506 individuele respondente. Hierdie data is verder gefiltreer om slegs relevante huishoudings en leerders tussen 13 en 21 jaar in te sluit, wat dit verteenwoordigend maak vir analises van openbare hoërskole in Suid-Afrika. Eenaktiewe enkodering is gebruik om kategoriese veranderlikes binêr te kodeer, wat die data vereenvoudig en interpretasie vergemaklik het. Hierdie voorbereide datastel dien as 'n stewige basis vir verdere navorsing en analise.

## Statistiese ontledingstegnieke

Die analitiese volgorde volg 'n stapsgewyse benadering: FA identifiseer faktore, MRA toets hul effek op leerderuitkomst, en SVM bevestig hierdie raamwerk in 'n geïntegreerde model.

'n Faktor, of verborge veranderlike, verwys na 'n onwaarneembare entiteit (O'Rourke & Hatcher, 2013). Die term verborge dui aan dat hierdie veranderlike nie direk gemeet kan word soos waarneembare veranderlikes nie. In plaas daarvan is 'n faktor 'n teoretiese konsep wat veronderstel is om te bestaan en wat 'n invloed uitoefen op spesifieke waarneembare veranderlikes wat wel direk gekwantifiseer kan word. Aanwyserveranderlikes word gebruik om die verborge veranderlikes te meet. Hierdie aanwysers moet spesifiek aangepas wees vir die populasie wat ondersoek word, en die antwoorde daarop word gebruik om die

verborge begrip te bepaal. Die antwoorde moet aandui dat al die aanwysers 'n gemeenskaplike onderliggende begrip meet. Dit beteken dat die aanwysers sterk tot matige korrelasies met mekaar moet hê, wat die interne konsekwentheid van die verborge begrip bevestig.

FA is 'n statistiese tegniek wat gebruik word om groot stel veranderlikes in kleiner, interpreteerbare groepe te herorganiseer, deur gemeenskaplike variansie tussen hulle te identifiseer. Twee hoofmetodes word gebruik: Verkennende faktoranalise (VFA) om patrone in data te ontdek, en bevestigende faktoranalise (BFA) om voorafbepaalde modelle te toets. VFA is in hierdie studie gebruik om onderliggende faktore op huishoudings- en persoonsvlak te identifiseer, wat later as saamgestelde veranderlikes in MRA gebruik is. FA is 'n eenvoudiger tegniek verkies omdat dit spesifiek ontwerp is om verborge konstrakte uit waarneembare veranderlikes te onttrek, en dus besonder geskik is vir studies wat op konseptuele raamwerke fokus.

Die faktore wat deur FA geïdentifiseer is, het temas soos skoolhulpbronprobleme, gesinstruktuur, gesondheid en leerderondersteuning verteenwoordig. Die knakgrafiekmetode is gebruik om 'n geskikte aantal faktore te bepaal, met 'n elumboogpunt as 'n aanduiding van watter faktore beduidend is. Rotasie is toegepas om die interpretasie van faktore te vereenvoudig, met die varimaks-metode, wat faktore ongekorreleerd hou en 'n eenvoudige struktuur skep. Hierdie metode help om die meeste variansie in die data te verduidelik, terwyl dit minder afhanklik is van steekproeffout.

Toetse soos Bartlett se toets van sferisiteit en die Kaiser-Meyer-Olkin-maatstaf (KMO-maatstaf) is gebruik om die geskiktheid van die data vir FA te evalueer. Bartlett se toets bevestig of daar betekenisvolle korrelasies tussen veranderlikes is, en 'n KMO-waarde van 0,70 of hoër dui op toepaslikheid vir FA (O'Rourke & Hatcher, 2013). Hierdie proses het gelei tot die formulering van vyf faktore op persoonsvlak en vyf op huishoudingsvlak, elk met konseptuele temas soos gesinstruktuur, skoolhulpbronne en huishoudelike welvaart.

Faktorladings toon die sterkte van die verhouding tussen veranderlikes en faktore en help om die temas van faktore te interpreteer. Hoë ladings identifiseer watter veranderlikes 'n faktor sterk beïnvloed, terwyl lae of nulladings gebruik word om die akkuraatheid van die faktore te bevestig. Kruisladinge, waar 'n veranderlike op twee of meer faktore laai ( $\geq 0,32$ ), kan verwarring veroorsaak en word óf verwyder, óf behou indien dit by die teoretiese konteks pas. Ladings van  $\geq 0,40$  word as betekenisvol beskou en word aangedui in die geroteerde faktorpatroonmatriks om die duidelikheid en interpretasie van faktore te verbeter. Hierdie proses, bekend as die interpreteerbaarheidskriterium, verseker dat die faktore sin maak binne die raamwerk van die studie (O'Rourke & Hatcher, 2013).

Die saamgestelde faktore wat uit FA ontstaan het, is daarna gebruik as insetveranderlikes in die MRA-modelle. BFA bou voort op die resultate van VFA om die geskiktheid van die

geïdentifiseerde faktore en aanwysers te toets. Hier is BFA gebruik om die faktorstrukture wat met VFA geïdentifiseer is te bevestig alvorens hulle in MRA en SVM gebruik is.

Modelle word geëvalueer met statistieke soos die vergelykende passingindeks (VPI, Engels "CFI"), die gestandaardiseerde wortel van gemiddelde kwadraatresidu (GWGKR, Engels "SRMR") en die vierkantwortel van gemiddelde kwadraatfoutering (VGKFR, Engels RMSEA). 'n CFI van  $\geq 0,94$ , 'n SRMR van  $\leq 0,055$ , en 'n RMSEA van  $\leq 0,055$  dui op goeie modelpassing. Swak passing lei tot aanpassings soos die verwydering van aanwysers wat swak laai totdat bevredigende passing bereik word. Hierdie benadering verseker dat die finale model 'n akkurate en eenvoudige voorstelling van die datastruktuur bied, wat die verhoudings in die populasie effektief weerspieël. Hierdie metode is gebruik om verborge faktore te identifiseer wat leerdervordering beïnvloed, en handel dus direk met die eerste navorsingsvraag.

Nadat die onderliggende faktore op huishoudings- en persoonsvlak met FA geïdentifiseer en met BFA bevestig is, is hierdie faktore as insetveranderlikes in die MRA gebruik om te bepaal hoe sterk elke faktor leerdervordering beïnvloed. MRA is 'n statistiese metode om verhoudings tussen afhanklike en onafhanklike veranderlikes in hiërargiese datastrukture te analiseer. In hierdie studie is MRA gebruik om die invloed van huishoudelike faktore op leerderuitkomste te kwantifiseer, met ewekansige afsnitte om die hiërargiese aard van die data in ag te neem. MRA is verkies bo standaard- lineêre regressie omdat dit die genestelde aard van die data (leerders binne huishoudings) kon akkommodeer en dus meer akkurate en robuuste modelle gelewer het.

In vergelyking met tradisionele regressiemetodes akkommodeer MRA die afhanklikheid binne groepe en bied meer akkurate ramings van standaardfoute, wat die risiko van Tipe I-foute (vals positiewe resultate) aansienlik verminder. Deur rekening te hou met die genestelde aard van data (in hierdie geval individue binne huishoudings) stel MRA die navorser in staat om variasie op beide vlakke apart en gesamentlik te evalueer.

'n Kernmodel in MRA is die hiërargiese lineêre model, wat voorspellende veranderlikes op verskillende vlakke insluit. In hierdie studie is MRA toegepas om die invloed van beide persoonsvlak- en huishoudingsvlakfaktore op leerderuitkomste te bepaal. Modelle is gestruktureer met ewekansige afsnitte per huishouding om te korrigeer vir intrahuishoudelike afhanklikheid.

Die evaluasie van modelprestasie gebruik statistieke soos Akaike se inligtingskriterium (AIK, Engels AIC) en die Bayesiaanse inligtingskriterium (BIK, Engels BIC), waar laer waardes beter modelpassing aandui. Hierdie maatstawwe word weens hul breër toepasbaarheid algemeen bo aanneemlikheidsverhoudingstoetse verkies.

MRA hanteer ook multikollineariteit met behulp van variansie-inflasiefaktore (VIF). In hierdie studie dui VIF-waardes onder 10 en toleransiewaardes bo 0,1 aan dat daar geen multikollineariteit in die data is nie. Regressiekoëffisiënte ( $\beta$ ) meet die sterkte en

rigting van verhoudings tussen veranderlikes, terwyl  $p$ -waardes die statistiese beduidendheid daarvan aandui. 'n  $P$ -waarde kleiner as 0,05 dui op beduidende verhoudings. Meervlakkige regressie is gebruik om te bepaal watter huishoudelike en persoonlike faktore leerderuitkomste beïnvloed. Dit handel met die tweede navorsingsvraag deur die invloed van sosio-ekonomiese toestande te kwantifiseer.

Omdat MRA slegs direkte effekte tussen faktore en uitkomste toets, is SVM vervolgens gebruik om beide direkte én indirekte invloede in 'n geïntegreerde raamwerk te ondersoek. SVM is gekies omdat dit, anders as tradisionele regressiemetodes, die metingsmodel (verhouding tussen aanwysers en verborge faktore) en die strukturele model (verhouding tussen verborge faktore onderling) gelyktydig evalueer. Dit maak dit moontlik om beide direkte en indirekte invloede in een geïntegreerde raamwerk te toets, terwyl daar ook vir meetfoute gekorrigeer word. In teenstelling met meervoudige regressie evalueer SVM egter die konsepuele en metingsmodelle gelyktydig. SVM ondersoek ook die struktuur van verborge veranderlikes, maak gebruik van verskeie metings vir onafhanklike veranderlikes en herstel meetfoute. Hoewel beide SVM en MRA soortgelyke strukturele modelle kan toets, gebruik SVM die metingsmodel om meetfoute te identifiseer, aangesien dit nie veronderstel dat veranderlikes perfek gemeet word of dat foutterme onafhanklik is nie. SVM maak gebruik van 'n maksimum aanneemlikheidsramingsprosedure wat onbevooroordeelde ramings vir nierekursiewe modelle lewer. In SVM word rigtinggewende verhoudings tussen verborge veranderlikes aanvaar, en elke verwantskap van belang word deur verskeie aanwysers gemeet.

Die eerste fase in SVM behels die gebruik van BFA om 'n geskikte metingsmodel saam te stel. Hierdie model identifiseer die verborge faktore van belang en dui aan watter waargenome veranderlikes elk van hierdie faktore meet. Hierdie metingsmodel sluit nie rigtinggewende verhoudings tussen faktore in nie, maar bepaal eerder die verband tussen aanwysers en hul onderliggende faktore. Die aanvanklike model word ontwikkel op grond van die sterk en die matige verhoudings wat deur MRA geïdentifiseer is. Hierdie verhoudings word verfyn en verbeter deur die evaluering van passingsindekse en die statistiese beduidendheid van die roetekoëffisiënte. 'n Baan-koëffisiënt dui dus die sterkte en rigting van die verband tussen twee veranderlikes in 'n gespesifiseerde model aan.

In die volgende fase word aanpassings aan die metingsmodel gemaak om rigtinggewende verhoudings tussen verborge veranderlikes in te sluit. Hierdie wysigings is daarop gemik om die model te belyn met die teoretiese raamwerk wat getoets word. Die resulterende teoretiese model word 'n gekombineerde model genoem, wat twee komponente bevat: 'n Metingsmodel, wat die verhoudings tussen verborge verwantskappe en hul aanwysers beskryf, en 'n strukturele model, wat rigtinggewende verhoudings tussen hierdie verborge verwantskappe spesifiseer. In SVM word 'n gelyktydige beoordeling gedoen om te bepaal of hierdie gekombineerde metings- en strukturele model die data voldoende pas. As die model goed pas, dui dit daarop dat die teoretiese raamwerk ondersteun word, wat die voorspellings daarvan bekragtig.

MRA het die hiërargiese struktuur van die data effektief hanteer deur die genestelde verhoudings in ag te neem en die variansie wat aan beide persoons- en huishoudingsvlak toegeskryf kan word, vas te vang. SVM bied 'n aanvullende benadering deur die gelyktydige modellering van verskeie verhoudings moontlik te maak, wat 'n omvattende oorsig van die hele stel veranderlikes bied, terwyl dit ook vir meetfoute korreger. Anders as tradisionele regressie-analise, sluit SVM verborge veranderlikes in en ondersoek hul wisselwerkings, wat die beoordeling van beide direkte en indirekte effekte binne 'n verenigde raamwerk moontlik maak. Verder verskaf SVM se globale passingsindekse 'n algehele maatstaf van hoe goed die teoretiese model by die waargenome data pas. Die gesamentlike gebruik van MRA en SVM fasiliteer 'n meervuldigemetode-bevestiging van bevindinge, wat sodoende die betroubaarheid van die resultate verhoog. In hierdie studie het SVM 'n uitstekende passing van die data getoon, wat die model se betroubaarheid verder bevestig.

SVM is as laaste stap gebruik om die konseptuele raamwerk wat uit FA en MRA ontstaan het, statisties te toets. Deur globale passingsindekse en roetekoëffisiënte te evalueer, is die model se geldigheid bevestig. Hierdie ontledings handel met die derde navorsingsvraag deur die gesamentlike invloed van verskeie faktore in een geïntegreerde raamwerk te toets.

## Resultate

Iteratiewe FA lewer vyf faktore op persoonsvlak (PF<sub>1</sub> tot PF<sub>5</sub>). Die veranderlikes vir die persoonsvlakmodel was geskik vir

faktoranalise, aangesien die algehele KMO-maatstaf 0,72 was, en die aanwysers KMO-tellings bo die verlangde drempel van 0,50 gehad het, soos getoon in Tabel I. Sommige aanwysers toon negatiewe ladinge op spesifieke faktore, wat aandui dat hierdie veranderlikes in teenstelling is met die oorheersende patroon van daardie faktor. Hierdie negatiewe ladinge is sinvol in konteks en word in die bespreking verder geïnterpreteer. Die faktorladinge in die geroteerde faktorpatrone is met 'n faktor van 100 vermenigvuldig om leesbaarheid te verbeter en die interpretasie van die waardes te vergemaklik.

PF<sub>1</sub> weerspieël uitdagings met skoolhulpbronne en onderrigkwaliteit. Die tweede faktor, PF<sub>2</sub>, verteenwoordig die leerder se gesinstruktuur en ouerlike betrokkenheid, terwyl PF<sub>3</sub> onderriquitkomste soos letter- en syfervaardigheid uitbeeld. PF<sub>4</sub> beskryf hoërskole se ondersteuningsdienste wat leerderbehoud bevorder om sodoende 'n leerder in die regte graad vir sy ouderdom te hou. Laastens verteenwoordig PF<sub>5</sub> gesondheidsprobleme en die leerder se skoolafwesigheid as gevolg daarvan.

BFA bevestig hierdie vyffaktorstruktuur wat in die VFA geïdentifiseer is, met resultate wat op 'n goeie passing dui. Die  $\chi^2$ -statistiek ( $\chi^2 = 990,87$ ,  $df = 196$ ,  $p < 0,0001$ ) is beduidend, soos vermag in groot steekproewe. Die RMSEA van 0,048 (90%-VI: 0,045–0,051) en SRMR van 0,04 dui op 'n sterk passing. Hoewel die CFI van 0,93 effens onder 0,95 is, val dit steeds binne die aanvaarbare reeks (>0,90), wat bevestig dat die model wesenlik beter presteer as die nulmodel. Die model benader dus die

**Tabel I:** Steekproefgeskiktheid en geroteerde faktorpatroon wat die ladinge van aanwysers op die vyf onttrekte faktore vir persoonsvlak toon

Aanwyser	KMO-maatstaf	PF <sub>1</sub> : Skoolhulpbronprobleme	PF <sub>2</sub> : Gesinstruktuur	PF <sub>3</sub> : Onderriguitkomste	PF <sub>4</sub> : Leerderbehoudsteun	PF <sub>5</sub> : Gesondheidsprobleme
Swak onderwysers	0,77	72*	0	2	0	-1
Afwesige onderwysers	0,83	66*	-1	1	-1	-2
Onderwysertekort	0,76	64*	0	0	0	8
Oorvol klasse	0,83	63*	3	1	6	-3
Handboektekort	0,85	54*	-2	2	9	6
Slegte fasiliteite	0,83	52*	-2	-1	5	-2
Duur skoolfonds	0,82	49*	8	5	-15	-3
Onderwyserstakings	0,80	47*	-1	-1	3	-1
Aanwesige vader	0,71	-1	89*	1	0	0
Gehude voogde	0,76	0	82*	-1	-9	-3
Manlike familiehoof	0,68	-2	77*	-3	-15	0
Lewende vader	0,77	0	59*	4	6	2
Bloedverwante ouers	0,65	5	56*	3	9	-2
Leesvaardig	0,80	1	2	77*	5	-5
Skryfvaardig	0,83	1	2	71*	8	2
Redeneervaardig	0,78	3	-3	69*	-3	2
Formulierbekwaam	0,77	2	2	65*	-10	-5
Rekenvaardig	0,81	1	3	64*	7	3
Skoolmaaltye	0,70	4	-4	6	85*	-3
Skoolfondsvrystelling	0,71	-7	-7	0	80*	3
Leerder stap skool toe	0,77	0	-9	2	78*	-1
Ouderdomsgraadpas	0,76	11	16	4	49*	-2
Gereelde afwesigheid	0,50	1	-2	-1	-2	98*
Leerder is beseer	0,50	0	-2	0	-2	98*

populasiestruktuur met 'n klein foutmarge en minimale verskille tussen waargenome en voorspelde korrelasies. Hierdie maatstawwe dui nie net op goeie passing nie, maar ook op minimale voorspellingsfoute tussen die waargenome en modelvoorspelde waardes.

Iteratiewe FA lewer vyf faktore op huishoudingsvlak (HF<sub>1</sub> tot HF<sub>5</sub>). Die veranderlikes vir die huishoudingsvlakmodel was ook geskik vir faktoranalise, aangesien die algehele KMO-maatstaf 0,82 was, en KMO-tellings van die aanwysers bo die verlangde drempel van 0,50 was, soos in Tabel II getoon word.

HF<sub>1</sub> verteenwoordig voedselonsekerheid en vang die variansie vas wat verband hou met die tekort aan beskikbaarheid van en toegang tot voldoende, voedsame kos. HF<sub>2</sub> dui op huishoudelike luukshede en weerspieël die variansie in die teenwoordigheid van waardevolle goedere, asook die algehele ekonomiese status van die huishouding. HF<sub>3</sub> fokus op huishoudelike nutsdienste, toestelle en toegang tot energie, wat die vlak van infrastruktuur en basiese dienste wat beskikbaar is vir huishoudings aandui. HF<sub>4</sub> beklemtoon besoedelings- en omgewingsuitdagings, en bied kommer oor omgewingsgehalte en die impak daarvan op huishoudings die hoof. HF<sub>5</sub> hou verband met huishoudelike welvaart en sluit finansiële hulpbronne, inkomste en uitgawes in.

Die BFA het die vyffaktor-huishoudingstruktuur wat in die VFA geïdentifiseer is, bevestig en 'n uitstekende passing getoon. Die  $\chi^2$ -statistiek ( $\chi^2 = 776,63$ ,  $df = 180$ ,  $p < 0,0001$ ) was beduidend, soos verwag in groot steekproewe. Die SRMR van 0,03, wat ver onder die drempel van 0,08 is, dui op minimale verskille tussen waargenome en voorspelde korrelasies.

Die RMSEA van 0,05 (90%-VI: 0,052–0,059) bevestig 'n goeie passing, aangesien dit binne die aanvaarbare bestek val. Die CFI van 0,95, bo die ideaal van 0,94, toon aan dat die model die data

voldoende weergee, vergeleke met 'n basislynmodel. Oor die algemeen toon die huishoudingsvlakmodel 'n uitstekende passing oor verskeie maatstawwe, wat aandui dat die model die populasiestruktuur goed benader met minimale fout.

MRA is gebruik om die invloed van faktore op persoons- en huishoudingsvlak te analiseer. Saamgestelde veranderlikes is bereken vir die vyf persoonsvlak- en vyf huishoudingsvlakfaktore wat in die VFA geïdentifiseer en deur die BFA bevestig is. Die geweegde gemiddeld van hierdie faktore is as voorspellers in die meervlakkige modelle gebruik, met ewekansige afsnitte wat die hiërargiese datastruktuur verreken.

Die modelle het die wisselwerking tussen faktore oor die twee vlakke ontleed, waar huishoudingsvlakfaktore persoonsvlak-uitkomst beïnvloed, en andersom. Vir elk van die tien faktore as uitkomstveranderlikes is modelle gebou, met die ander nege faktore as voorspellers. Die modelle is op grond van hul AIC-waardes geëvalueer, en dié met die laagste AIC is behou.

Die vaste-effektematriks toon die sterkte en rigting van die verhoudings, gemeet deur regressiekoëffisiënte ( $\beta$ ), wat die geraamde verandering in die afhanklike veranderlike vir 'n eenheidstoename in die onafhanklike veranderlike aandui. Faktore met beduidende effekte word met 'n asterisk (\*) aangedui teen 'n 5%-vlak van beduidendheid. 'n Opsomming van die vaste effekte vir die tien faktore word in Tabel III verskaf.

Die studie het bevestig dat SVM 'n uitstekende passing van die data bied, gegrond op verskeie passingsindekse. Hoewel die  $\chi^2$ -waarde (61,32,  $p = 0,0003$ ) beduidend is, word dit beïnvloed deur die groot steekproefgrootte ( $n = 1,749$ ). Ander indekse dui egter op sterk passing: Die RMR en SRMR is 0,02, wat uitstekend is (onder 0,05 aanvaarbaar). Die GFI (0,99) en AGFI (0,98) toon

**Tabel II:** Steekproefgeskiktheid en geroteerde faktorpatroon wat die ladinge van aanwysers op die vyf onttrekte faktore vir huishoudingsvlak toon

Aanwyser	KMO-maatstaf	HF <sub>1</sub> : Voedsel- onsekerheid	HF <sub>2</sub> : Huishoud- luukshede	HF <sub>3</sub> : Huishoud- nutsdienste	HF <sub>4</sub> : Omge- wings uit- dagings	HF <sub>5</sub> : Huishoud- welvaart
Voedselentonigheid	<b>0,78</b>	94*	-9	-4	-3	-8
Voedselkwaliteittekort	<b>0,79</b>	92*	-8	-4	1	-6
Minder etes beskikbaar	<b>0,86</b>	92*	-7	-5	0	-6
Voedseluitputting	<b>0,87</b>	90*	-7	-4	2	-6
Besit skottelgoedwasser	<b>0,85</b>	-2	77*	3	1	-7
Besit swembad	<b>0,87</b>	-4	75*	2	1	-1
Huishoudhulp	<b>0,89</b>	-3	73*	3	0	4
Privaat sekuriteit	<b>0,89</b>	-6	72*	4	-6	9
Besit stofsuier	<b>0,90</b>	-6	70*	5	-3	11
Meer as een voertuig	<b>0,90</b>	-12	66*	6	-9	14
Elektrisiteittoegang	<b>0,73</b>	-2	2	88*	-9	4
Besit stoof	<b>0,76</b>	0	4	85*	0	-3
Besit yskas	<b>0,87</b>	-11	5	73*	-5	13
Gemete elektrisiteit	<b>0,84</b>	-4	8	71*	-15	11
Lugbesoedeling	<b>0,60</b>	0	-6	-11	87*	2
Waterbesoedeling	<b>0,60</b>	-1	-4	-13	86*	1
Kwintiel 4/5 inkomste	<b>0,72</b>	-7	8	2	0	84*
Kwintiel 4/5 uitgawes	<b>0,80</b>	-13	14	23	3	75*

Ladinge groter as 0,45 is beduidend en word met 'n \* aangedui.

ook goeie passing. Die RMSEA is 0,03 (90%-interval: 0,02–0,04; PCLOSE = 1), wat uitstekende passing bevestig. Die Bentler CFI-waarde van 0,96 ondersteun hierdie bevindinge.

Die geraamde roetekoëffisiënte, met 'n konsekwente standaardfout van 0,02, dui op akkuraatheid in die beramings. Verhoudings met  $p$ -waardes kleiner as 0,05 word as beduidend beskou, wat betekenisvolle wisselwerking tussen die veranderlikes impliseer. Die  $t$ -waardes toon sterk statistiese beduidendheid van hierdie verhoudings.

Die model identifiseer belangrike verhoudings tussen huishoudingsvlakfaktore, onderriguitkomste, skoolhulpbronprobleme en leerderbehoudsteun. Die geraamde roetekoëffisiënte wat deur SVM verkry is, tesame met hul ooreenstemmende standaardfoute en waarskynlikhede, word in Tabel IV aangebied.

Die analise van openbare hoërskoolleerders onthul verskeie beduidende verhoudings tussen huishoudingsvlakfaktore en onderriguitkomste, skoolhulpbronprobleme en leerderbehoudsteun, soos geïllustreer in die verwantskapskaart van die veranderlikes in Figuur 1. Hierdie kartering toon die ingewikkelde wisselwerking tussen die faktore, soos vasgelê deur die

beraamde roetekoëffisiënte. Belangrike verhoudings tussen huishoudelike faktore en leerderuitkomste word in die bespreking verder geïnterpreteer; onder andere die positiewe effek van nutsdienste op onderriguitkomste en die negatiewe verband tussen luukshede en leerderbehoudsteun.

### Bespreking

Meervlakkige modellering is gebruik om persoon- en huishoudingsvlakfaktore te analiseer, met saamgestelde veranderlikes wat deur BFA bekragtig is. Die insluiting van ewekansige afsnitte het getoon hoe persoonlike faktore deur huishoudelike eienskappe beïnvloed word, en andersom.

Skole in hulpbronarm gemeenskappe voorsien noodsaaklike steun vir leerderbehoud ( $\beta = 0,05, p < 0,02$ ) en het beter toegang tot nutsdienste ( $\beta = 0,06, p < 0,03$ ), maar ervaar verhoogde omgewingsuitdagings ( $\beta = 0,05, p < 0,05$ ). Tradisionele gesinstrukture hou verband met groter welvaart ( $\beta = 0,25, p < 0,0001$ ) en minder voedselonsekerheid ( $\beta = -0,07, p = 0,03$ ). Betroubare nutsdienste verbeter onderriguitkomste ( $\beta = 0,07, p = 0,01$ ), terwyl leerders uit arm huishoudings meer steun nodig ( $\beta = -0,23, p < 0,0001$ ).

**Tabel III:** Vaste-effektematriks vir persoons- en huishoudingsvlakaanwysers (\* $p < 0,05$ )

	PF <sub>1</sub>	PF <sub>2</sub>	PF <sub>3</sub>	PF <sub>4</sub>	PF <sub>5</sub>	HF <sub>1</sub>	HF <sub>2</sub>	HF <sub>3</sub>	HF <sub>4</sub>	HF <sub>5</sub>
PF <sub>1</sub>	1,00	-0,04	0,02	0,06*	0,02	0,04	0,04*	0,06*	0,04*	-0,02
PF <sub>2</sub>	-0,02	1,00	0,01	-0,01	-0,02	-0,05*	0,18*	-0,07*	-0,03*	0,22*
PF <sub>3</sub>	0,01	0,01	1,00	0,04	-0,02	-0,01	0,03	0,06*	0,03	0,01
PF <sub>4</sub>	0,05*	0,01	0,04	1,00	-0,02	0,01	-0,21*	0,07*	0,07*	-0,06*
PF <sub>5</sub>	0,01	-0,01	-0,02	-0,03	1,00	0,01	-0,01	0,00	-0,03	-0,03
HF <sub>1</sub>	0,04	-0,06*	0,00	0,01	0,02	1,00	-0,11*	-0,06*	-0,03	-0,13*
HF <sub>2</sub>	0,04	0,19*	0,03	-0,23*	-0,01	-0,12*	1,00	0,08*	-0,07*	0,11*
HF <sub>3</sub>	0,06*	-0,07*	0,07*	0,08*	0,00	-0,06*	0,07*	1,00	-0,25*	0,24*
HF <sub>4</sub>	0,05*	-0,02	0,03	0,07*	-0,04	-0,03	-0,07*	-0,23*	1,00	0,07*
HF <sub>5</sub>	0,00	0,25*	0,03	-0,06*	-0,03	-0,15*	0,11*	0,25*	0,08*	1,00

*Kolomme verteenwoordig afhanklike veranderlikes, terwyl rye die voorspellers aandui.*

**Tabel IV:** Gestandaardiseerde resultate vir die roetekoëffisiënte verkry vanuit SVM

Pad na	Pad vanaf	Beraming	SE	t-waarde	Pr > t
Skoolhulpbronprobleme	Huishoudelike nutsdienste	0,06	0,02	2,31	0,021
Onderriguitkomste	Huishoudelike nutsdienste	0,07	0,02	3,01	0,003
Leerderbehoudsteun	Huishoudelike luukshede	-0,24	0,02	-10,54	< 0,0001
Leerderbehoudsteun	Onderriguitkomste	0,06	0,02	2,48	0,013
Leerderbehoudsteun	Skoolhulpbronprobleme	0,06	0,02	2,70	0,007
Voedselonsekerheid	Huishoudelike welvaart	-0,21	0,02	-9,21	< 0,0001
Huishoudelike luukshede	Gesinstruktuur	0,20	0,02	8,45	< 0,0001
Huishoudelike luukshede	Voedselonsekerheid	-0,11	0,02	-4,82	< 0,0001
Huishoudelike luukshede	Huishoudelike nutsdienste	0,07	0,02	2,83	0,005
Huishoudelike luukshede	Omgewingsuitdagings	-0,07	0,02	-2,78	0,005
Huishoudelike luukshede	Huishoudelike welvaart	0,13	0,02	5,41	< 0,0001
Huishoudelike nutsdienste	Huishoudelike welvaart	0,27	0,02	11,50	< 0,0001
Huishoudelike nutsdienste	Gesinstruktuur	-0,05	0,02	-2,10	0,035
Omgewingsuitdagings	Huishoudelike nutsdienste	-0,23	0,02	-10,13	< 0,0001
Omgewingsuitdagings	Leerderbehoudsteun	0,07	0,02	3,06	0,002
Huishoudelike welvaart	Gesinstruktuur	0,28	0,02	12,61	< 0,0001

Gesondheid toon 'n swak verband met die meeste faktore, wat dui op wydverspreide uitdagings. Huishoudelike voedselonsekerheid korreleer negatief met luukshede ( $\beta = -0,12, p < 0,0001$ ) en welvaart ( $\beta = -0,15, p < 0,0001$ ). Omgewingsuitdagings word minder in welvarender gebiede ( $\beta = -0,23, p < 0,0001$ ), met beter toegang tot nutsdienste ( $\beta = -0,25, p < 0,0001$ ). Welvaart bevorder stabiliteit ( $\beta = 0,22, p < 0,0001$ ), terwyl armer gesinne meer voedselonsekerheid ervaar ( $\beta = -0,13, p < 0,0001$ ).

Die ICC-waardes toon hoe huishoudingsvlakfaktore die variansie in verskillende uitkomst beïnvloed. Die skoolhulpbronproblemfaktor het 'n ICC van 0,765, wat aandui dat 76,5% van die variansie aan huishoudingsverskille toegeskryf kan word. Dit beteken dat leerders uit dieselfde huishouding waarskynlik soortgelyke skoolhulpbronkwessies ervaar. Die gesinstruktuurfaktor het 'n hoë ICC van 0,92, wat te wagte is, aangesien gesinslede dieselfde gesinstruktuur deel. Die onderriguitkomstefaktor het 'n matige ICC van 0,498, wat voorstel dat sowat 49,8% van die variansie deur huishoudingsfaktore verklaar word, terwyl individuele faktore ook 'n beduidende rol speel. Die leerderbehoudsteunfaktor toon die laagste ICC van 0,286, wat beteken dat net 28,6% van die variansie aan huishoudelike verskille toegeskryf kan word. Dit dui daarop dat skole se ondersteuningsprogramme nie altyd konsekwent vir leerders uit soortgelyke huishoudings is nie. Laastens het die gesondheidsproblemfaktor 'n ICC van 0,597, wat aandui dat 59,7% van die variansie deur huishoudelike verskille verklaar word, maar ook dat persoonlike faktore 'n beduidende rol speel in gesondheidsuitkomst.

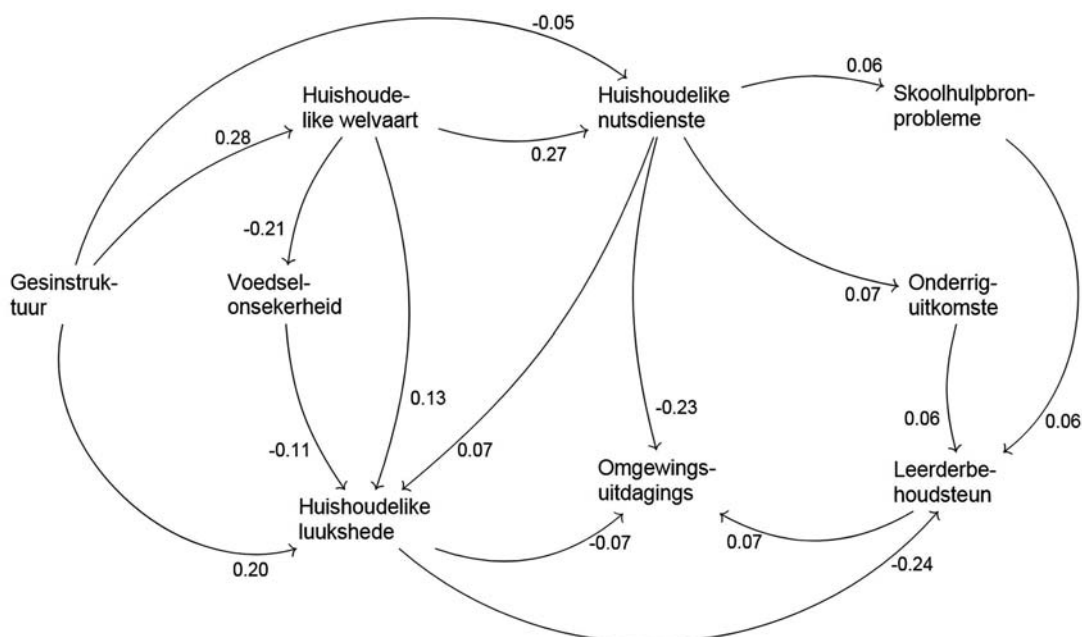
Die SVM ondersteun hierdie resultate deur te toon dat gesinstruktuur en huishoudelike welvaart 'n sentrale rol speel in die verbetering van huishoudelike toestande en akademiese uitkomst. SVM bevestig tradisionele gesinstrukture dra beduidend by tot meer finansiële hulpbronne ( $\beta = 0,28, p < 0,0001$ ), wat lei tot hoër bestedingsvermoë en toegang tot

noodsaaklike dienste soos elektrisiteit en water ( $\beta = 0,27, p < 0,0001$ ). Hierdie welvaart verminder ook voedselonsekerheid ( $\beta = -0,21, p < 0,0001$ ), wat gesinsstabiliteit en emosionele welstand bevorder.

Besteding aan luukshede hou verband met minder omgewingsuitdagings ( $\beta = -0,07, p = 0,0005$ ), aangesien welvarender huishoudings doeltreffender stelsels kan bekostig wat hul omgewingsvoetspoor beperk. Omgekeerd prioritiseer voedselonseker huishoudings basiese behoeftes bo luukshede ( $\beta = -0,11, p < 0,0001$ ).

In gebiede met beperkte hulpbronne doen skole dikwels ekstra stappe om leerderbehoud te ondersteun ( $\beta = 0,06, p = 0,007$ ), hoewel hierdie gesinne dikwels swak infrastruktuur ervaar, wat bydra tot omgewingsprobleme ( $\beta = 0,07, p < 0,0001$ ). Verder wys die model op 'n negatiewe verband tussen huishoudelike nutsdienste en gesinstruktuur ( $\beta = -0,05, p = 0,035$ ). Dit dui daarop dat gesinne met beperkte toegang tot basiese dienste soos elektrisiteit en water ook geneig is om minder stabiele gesinstrukture te hê, wat moontlik 'n weerspieëling is van onderliggende strukturele armoede en huishoudelike spanning. Die model toon ook 'n sterk negatiewe verband tussen omgewingsuitdagings en leerderbehoudsteun ( $\beta = -0,24, p < 0,0001$ ). Dit impliseer dat in gebiede met groter omgewingsprobleme, soos besoedeling of swak watergehalte, skole se kapasiteit om leerders effektief te ondersteun, merkbaar daal.

Toegang tot dienste soos elektrisiteit en water het 'n positiewe invloed op akademiese prestasie ( $\beta = 0,07, p = 0,0003$ ), wat weer die kans verhoog dat leerders op skool sal bly en ondersteuningsdienste benut ( $\beta = 0,06, p = 0,013$ ). Interessant genoeg het die gesondheidsproblemfaktor geen beduidende verhoudings met ander faktore getoon nie, wat ooreenstem met vorige bevindinge. Daarom is hierdie faktor nie in die netwerkdiagram (Figuur 1) opgeneem nie.



**Figuur 1:** Verwantskapskaart van die voorspellers en uitkomst wat ingesluit is in die geraamde roetekoëffisiënte as 'n netwerkdiagram

Die SVM-analise beklemtoon dat beter gesinstruktuur en huishoudelike welvaart, tesame met verbeterde toegang tot dienste en die vermindering van voedselonsekerheid, 'n groot invloed het op opvoedkundige uitkomst. Institusionele ondersteuning, soos leerderbehoudprogramme, bly egter noodsaaklik om die uitdagings van sosio-ekonomiese agterstande die hoof te bied.

Die studie het faktore ondersoek wat leerdervordering in Suid-Afrikaanse openbare hoërskole beïnvloed. Die literatuur identifiseer interne faktore soos onderwyserdoeltreffendheid, leerdermotivering en ouerlike en gemeenskapsondersteuning as bepalend. Die AHO-verwantskapskaart beklemtoon egter eksterne sosio-ekonomiese en huishoudelike faktore soos gesinstruktuur, huishoudelike welvaart en nutsdienste.

Beide lyste toon ooreenkomste in sleuteltemas, soos onderwyserkwaliteit en skoolhulpbronne, en beklemtoon tydige graadvordering. Terselfdertyd dui die literatuur op die belangrikheid van interne dinamika, soos leerdermotivering en gereelde skoolbywoning, wat minder prominent in die AHO-analise is. Daarenteen bied die AHO-verwantskapskaart meer insigte oor hoe eksterne faktore, soos voedselonsekerheid en omgewingsuitdagings, opvoedkundige uitkomst beïnvloed.

Sommige faktore, soos gesondheid, toon verskillende invloede tussen die lyste. Hoewel gesondheid in die literatuur belangrik is, is dit nie beduidend in die AHO-ontleding nie. Omgekeerd speel voedselonsekerheid, wat prominent in die AHO-analise is, 'n minder direkte rol in die literatuur.

Uiteindelik is albei lyste aanvullend tot mekaar: Die literatuur fokus op interne skooldinamika, terwyl die AHO-verwantskapskaart 'n breër eksterne konteks bied. Die insigte van beide karterings kan geïntegreer word om 'n meer omvattende begrip te bied van die faktore wat leerdervordering beïnvloed.

Die resultate van die SVM-verwantskapskaart bied waardevolle geleenthede vir die modellering van sleutelverhoudings en die toepassing van simulasiemodellering. Stelseldinamika kan gebruik word om dinamiese terugvoer in die kaart in te sluit deur 'n oorsaaklusdiagram te skep wat wisselwerking tussen faktore soos huishoudelike welvaart, luukshede en onderwysuitkomst simuleer. 'n Tydsvertraagde lus kan ook modelleer hoe verbeterde onderwys oor tyd huishoudelike inkomste verhoog.

Masjienleertegniese, soos gebruik deur Van den Heever, Becker, Venter en Bekker (2024) toon hoe faktorrangorde en voorspelling van leerdervordering in simulaties geïntegreer kan word. Hierdie benadering het in hul studie suksesvol dinamika tussen opvoedkundige hulpbronne, huishoudelike faktore en leerderuitkomst vasgelê, hoewel verdere verfyning vir hoër grade nodig is.

Om toekomstige navorsing en beleidsaanbevelings te verbeter, is dit noodsaaklik dat die AHO-data voortdurend vrae insluit oor leerdermotivering, betrokkenheid en skoolinfrastruktuur, aangesien dit 'n groot impak op beleidsontwikkeling het. Die

weglating van belangrike vrae in onlangse opnames hou 'n bedreiging in vir die herhaalbaarheid van resultate en belemmer die identifikasie van kritieke faktore.

Die insluiting van stelseldinamika en masjienleer in toekomstige modellering, mits die regte hoeveelheid en tipe data ingesamel word, kan as 'n strategiese hulpmiddel dien om die impak van ingrypings op onderwysuitkomst in Suid-Afrika te evalueer.

## Gevolgtrekking

Hierdie studie bied 'n waardevolle bydrae tot die begrip van die faktore wat leerdervordering in openbare hoërskole beïnvloed, met 'n spesifieke fokus op die Wes-Kaap en Gauteng. Deur statistiese ontleding van huishoudelike en persoonlike veranderlikes is belangrike skakels tussen sosio-ekonomiese status, gesinstruktuur, voedselonsekerheid en skoolsteun blootgelê. Die bevindinge toon dat huishoudelike welvaart, stabiele gesinstrukture en verbeterde toegang tot dienste en hulpbronne 'n positiewe uitwerking op leerderuitkomst het.

Verder beklemtoon die resultate die noodsaak van beleid wat omgewingsuitdagings die hoof bied en skole in hulpbronarme gemeenskappe versterk.

In hierdie konteks verwys omgewingsuitdagings na faktore soos lug- en waterbesoedeling, swak toegang tot basiese infrastruktuur en gemeenskapsomstandighede wat die leeromgewing belemmer. Hoewel gesondheidsfaktore 'n minder direkte rol speel, dui die resultate daarop dat gesins- en gemeenskapsteun onontbeerlik is vir langtermynsukses. Dit word weerspieël in die feit dat geen van die padkoëffisiënte met die gesondheidsfaktor statisties beduidend was nie, en dat hierdie faktor ook uitgelaat is in die netwerkdiagram. In hierdie studie was tradisionele gesinstrukture (bv. aanwesigheid van albei ouers of 'n manlike familiehoof) sterk verwant aan hoër huishoudelike welvaart en laer voedselonsekerheid, wat op hul beurt akademiese uitkomst positief beïnvloed het. Die voorgestelde raamwerke vir verdere modellering bied 'n grondslag vir die ontwerp van doeltreffender ingrypings wat opvoedkundige gelykheid bevorder.

Hierdie bevindinge ondersteun beleid wat gesinsdinamika en gemeenskapsbehoefte integreer, byvoorbeeld deur programme te prioritiseer wat ouerlike betrokkenheid bevorder, huishoudelike stabiliteit versterk en voedselonsekerheid verminder. Hoewel die Nasionale Ontwikkelingsplan (2012) spesifiek mik dat alle Graad 4-leerders teen 2030 met begrip moet kan lees, is dit duidelik dat hierdie doelwitte net haalbaar is indien leerderondersteuning regdeur die onderwysloopbaan, ook tydens die hoërskoolfasies, versterk word. Die data dui ook daarop dat hierdie doelwitte waarskynlik nie haalbaar is sonder verhoogde ondersteuning aan huishoudings in armer gemeenskappe nie. Beleidsmakers kan hierdie faktormodel gebruik om ingrypings te prioritiseer in gemeenskappe waar huishoudelike welvaart en gesinstruktuur swak is, eerder as om hulpbronne slegs op skoolvlak te fokus. Hierdie bevindinge bevestig so ook Heyneman en Loxley (1983) se stelling dat beleide wat uitsluitlik op skoolingrypings fokus onvoldoende is

as dit nie terselfdertyd aandag aan die sosiale konteks van leerders gee nie.

Verdere navorsing kan die geldigheid van hierdie model in ander provinsies, soos die Vrystaat of KwaZulu-Natal, toets. Daar is ook ruimte vir tydreeksontledings om vas te stel of die faktorverhoudings oor tyd standhou. Laastens kan kwalitatiewe werk bydra tot 'n dieper begrip van die dryfkragte agter hierdie patrone. Hierdie studie het nie eksplisiet vir geskiedkundige skoolklassifikasies gekontroleer nie. Die sosio-ekonomiese veranderlikes wat gebruik is, mag dus deels die impak van historiese ongelykhede weerspieël. Hierdie aspek behoort in toekomstige studies meer doelbewus hanteer te word.

## Bibliografie

- Amnesty International, 2020, South Africa: Broken and unequal education perpetuating poverty and inequality. Beskikbaar by <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2020/02/south-africa-broken-and-unequal-education-perpetuating-poverty-and-inequality/>. Geraadpleeg op 9 April 2025.
- Botha, F., Booysen, F., Wouters, E., 2018, Family functioning and socioeconomic status in South African families: A test of the social causation hypothesis, *Social Indicators Research* 137, 789-811. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1600-x>.
- Commission for Gender Equality (CGE), 2023, National investigative hearing on teenage pregnancy report. Johannesburg: CGE. Beskikbaar by <https://cge.org.za/wp-content/uploads/2023/07/cge-teenage-pregnacy-report.pdf>. Geraadpleeg op 9 April 2025.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M.E., Gardner, M., 2017, Effective teacher professional development, *Learning Policy Institute*. <https://doi.org/10.54300/122.311>.
- Department of Basic Education, 2017, The SACMEQ IV Project in South Africa: A Study of the Conditions of Schooling and the Quality of Education. SACMEQ. Beskikbaar by <https://www.education.gov.za/Portals/0/Documents/Reports/SACMEQ%20IV%20Project%20in%20South%20Africa%20Report.pdf>. Geraadpleeg op 29 November 2024.
- Department of Basic Education, 2023, National Senior Certificate Examination Report 2023. Pretoria: Department of Basic Education. Beskikbaar by [https://www.education.gov.za/Examinations/NationalSeniorCertificate\(NSC\)Examinations.aspx](https://www.education.gov.za/Examinations/NationalSeniorCertificate(NSC)Examinations.aspx). Geraadpleeg op 8 April 2025.
- Department of Higher Education and Training (DHET), 2023, 2000 to 2020 First Time Entering Undergraduate Cohort Studies for Public Higher Education Institutions. Pretoria: DHET. Beskikbaar by <https://www.dhet.gov.za/HEMIS/2000%20TO%202020%20FIRST%20TIME%20ENTERING%20UNDERGRADUATE%20COHORT%20STUDIES%20FOR%20PUBLIC%20HEIs.pdf>.
- Dutta, S., Geiger, T., Lanvin, B. (reds.), 2015, Global Information Technology Report 2015: ICTs for Inclusive Growth. World Economic Forum, Genève, Switzerland. Beskikbaar by <https://www.weforum.org/reports/global-information-technology-report-2015>. Geraadpleeg op 29 November 2024.
- Dyomfana, B., 2022, Half of university students drop out in first year. Careers Portal. Beskikbaar by <https://www.careersportal.co.za/news/half-of-university-students-drop-out-in-first-year>. Geraadpleeg op 23 Februarie 2023.
- Gubbels, J., Van der Put, C.E., Assink, M., 2019, Risk factors for school absenteeism and dropout: A meta-analytic review, *Journal of Youth and Adolescence* 48(9), 1637-1677. <https://doi.org/10.1007/s10964-019-01072-5>.
- Heyneman, S.P., Loxley, W.A., 1983, The effect of primary-school quality on academic achievement across twenty-nine high- and low-income countries, *American Journal of Sociology* 88(6), 1162-1194. <https://doi.org/10.1086/227799>.
- Hofmeyr, H., McEwen, H., 2018, Home background and schooling outcomes in South Africa: Insights from the National Income Dynamics Study. Stellenbosch Economic Working Papers: WP01/2018. Departement Ekonomie, Universiteit Stellenbosch. Beskikbaar by <https://resep.sun.ac.za/wp-content/uploads/2018/07/wp012018.pdf>. Geraadpleeg op 29 November 2024.
- Köhler, T., 2020, Socioeconomic Status and Class Size in South African Secondary Schools. Stellenbosch Economic Working Papers: WP01/2020, Departement Ekonomie en Buro vir Ekonomiese Navorsing, Universiteit Stellenbosch. Beskikbaar by <https://www.ekon.sun.ac.za/wpapers/2020/wp012020>, Geraadpleeg op 29 November 2024.
- McClinton Appollis, T., Jonas, K., Macleod, C., et al., 2023, School dropout among adolescent girls in South Africa: A syndemic of pregnancy, HIV and gender-based violence, *AIDS and Behavior* 28, 226-238.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., et al., 2020, TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill, MA. Beskikbaar by <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/>. Geraadpleeg op 29 November 2024.
- Mullis, I.V.S., von Davier, M., Foy, P., et al., 2023, PIRLS 2021 International Results in Reading. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill, MA. <https://doi.org/10.6017/lse.tpisc.tr2103.kb5342>.
- Musil, C.M., Jones, S.L., Warner, C.D., 1998, Structural equation modeling and its relationship to multiple regression and factor analysis, *Research in Nursing & Health* 21(3), 271-281. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-240X\(199806\)21:3<271::AID-NUR10>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-240X(199806)21:3<271::AID-NUR10>3.0.CO;2-G).
- Mutodi, P., Ndirande, H., 2014, The impact of parental involvement on student performance: A case study of a South African secondary school, *Mediterranean Journal of Social Sciences* 5(8), 279-289.
- National Planning Commission, 2012, National Development Plan 2030: Our future - make it work. Pretoria: Presidency of the Republic of South Africa. Beskikbaar by <https://www.gov.za/documents/national-development-plan-2030-our-future-make-it-work>. Geraadpleeg op 8 April 2025.
- O'Rourke, N., Hatcher, L., 2013, A step-by-step approach to using SAS for factor analysis and structural equation modeling. SAS Institute, Cary, NC.
- Statistiek Suid-Afrika, 2020, General Household Survey 2019. Pretoria: Statistics South Africa. Beskikbaar by <https://www.statssa.gov.za/publications/P0318/P03182019.pdf>. Geraadpleeg op 8 April 2025.
- Statistiek Suid-Afrika, 2021, General Household Survey 2020. Pretoria: Statistics South Africa. Beskikbaar by <https://www.statssa.gov.za/publications/P0318/P03182020.pdf>. Geraadpleeg op 8 April 2025.
- Statistiek Suid-Afrika, 2022, General Household Survey 2021. Pretoria: Statistics South Africa. Beskikbaar by <https://www.statssa.gov.za/publications/P0318/P03182021.pdf>. Geraadpleeg op 8 April 2025.
- Statistiek Suid-Afrika, 2023, General Household Survey 2022. Pretoria: Statistics South Africa. Beskikbaar by <https://www.statssa.gov.za/publications/P0318/P03182022.pdf>. Geraadpleeg op 8 April 2025.
- Spaull, N., 2015, Schooling in South Africa: How low-quality education becomes a poverty trap, *South African Child Gauge* 12(1), 34-41.
- Spaull, N., 2023, 2023 Reading Panel Background Report. 2030 Reading Panel. Beskikbaar by <https://www.readingpanel.co.za/resources>. Geraadpleeg op 29 November 2024.
- Spaull, N., Kotze, J., 2015, Starting behind and staying behind in South Africa: The case of insurmountable learning deficits in the early years, *International Journal of Educational Development* 41, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2015.01.002>.
- Taylor, N., Van der Berg, S., Mabogoane, T. (reds.), 2013, What makes schools effective? Report of the National Schools Effectiveness Study. Kaapstad: Pearson.
- Van den Heever, M., Becker, E., Venter, L., et al., 2024, Using machine learning and agent-based simulation to predict learner progress for the South African high school education system, *South African Journal of Industrial Engineering* 35(3). <https://doi.org/10.7166/35-3-3080>.
- Van der Berg, S., Louw, M., 2006, Lessons learnt from SACMEQII: South African student performance in regional context, *Proceedings of the Conference on Investment Choices for Education in Africa* pp. 19-21.
- Van der Berg, S., Taylor, S., Gustafsson, M., et al., 2011, Improving education quality in South Africa. Verslag vir die Nasionale Beplanningskommissie. Departement Ekonomie, Universiteit Stellenbosch. Beskikbaar by <https://resep.sun.ac.za/wp-content/uploads/2012/10/2011-Report-for-NPC.pdf>. Geraadpleeg op 29 November 2024.
- Van der Berg, S., Hoadley, U., Galant, J., et al., 2022, Learning losses from COVID-19 in the Western Cape: Evidence from systemic tests. ReSEP, Stellenbosch Universiteit. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4212977>.
- Wills, G., Qvist, J., 2023, Repetition and dropout in South Africa before, during and after COVID-19. Research on Socio-Economic Policy (RESEP), Stellenbosch University. Beskikbaar by [https://resep.sun.ac.za/wp-content/uploads/2024/01/2023-12-21-Wills\\_Qvist\\_covid\\_dropout\\_repetition\\_report\\_v4\\_upload.pdf](https://resep.sun.ac.za/wp-content/uploads/2024/01/2023-12-21-Wills_Qvist_covid_dropout_repetition_report_v4_upload.pdf). Geraadpleeg op 10 April 2025.
- Zero Dropout Campaign, 2022, School dropout: A South African crisis. Beskikbaar by <https://zerodropout.co.za/school-dropout-a-south-african-crisis/>. Geraadpleeg op 9 April 2025.
- Zoch, A., 2017, The effect of neighbourhoods and school quality on education and labour market outcomes in South Africa. Stellenbosch Werksdokumentreeks No. WP08/2017. Departement Ekonomie, Universiteit Stellenbosch. Beskikbaar by <https://econpapers.repec.org/RePEc:sza:wpaper:wpapers284>. Geraadpleeg op 29 November 2024.