

Korrelasie: historiese agtergrond, aannames en interpretasie
Correlation: historical background, assumptions and interpretation

Rede uitgespreek deur Prof KGF Esterhuyse by sy
intreerede gelewer op 25 September 2018, Universiteit van
die Vrystaat

Korrelasie: historiese agtergrond, aannames en interpretasie

Correlation: historical background, assumptions and interpretation

1. Inleiding
2. Historiese agtergrond: meting van menslike gedrag
3. Korrelasiekoëffisiënt en regressie
 - 3.1 Inleiding
 - 3.2 Onderliggende statistiese aannames
 - 3.3 Misbruik van korrelasie
 - 3.4 Interpretasie van korrelasie
4. Slotopmerkings

1. Inleiding

Wanneer daar oor die konsep korrelasie (en saam daarmee regressie) gepraat word, weet ons dat na 'n verband tussen veranderlikes verwys word. In hul poging om die wêreld beter te verstaan is wetenskaplikes gedurig besig om 'n verband tussen gebeurtenisse, tussen eienskappe, tussen gedrag van mense op verskillende geleenthede te ondersoek. Verbande beteken orde, reëlmaat en begryplikheid in die gang van ons bestaan as mense. Sonder verband sou alle gebeurtenisse 'n redelike sinlose en chaotiese toestand opgelewer het. As sosiaal wetenskaplikes is dit goed en wel om te aanvaar dat daar wel verbande tussen bepaalde veranderlikes by mense voorkom (byvoorbeeld tussen lengte en gewig) maar die uitdaging lê daarin om die sterkte van hierdie verband te kan **meet**. Vir hierdie doel moet die tellings op minstens twee veranderlikes of variante beskikbaar wees. Indien wel beskikbaar, kan onder andere die korrelasiekoeffisient aangewend word om die sterkte en natuurlik ook die rigting van die verband, te bepaal. As sosiaal wetenskaplikes is ons geïnteresseerd in die meting van menslike gedrag wat voorwaar vir sosiaal en gedragswetenskaplikes 'n groot uitdaging is.

In vergelyking met die natuurwetenskappe, hou die gedragswetenskaplikes hulle hoofsaaklik met die gedrag van lewende wesens besig. Die vernaamste uitdaging is dat, in vergelyking met fisiese metings deur wetenskaplikes in die natuurwetenskappe, menslike gedrag hoofsaaklik varieer. Hierdie varieerbaarheid van menslike gedrag het die potensiaal om die kompleksiteit van die validering daarvan, ernstig te bemoeilik. Vir die validering van gedrag is dit wenslik dat dieselfde individue vir verskeie kere aan dieselfde situasie blootgestel word – wat natuurlik in baie gevalle onmoontlik is (soos byvoorbeeld tydens traumatiese gebeure). In sommige gevalle (soos byvoorbeeld: seksuele vergrype; pleeg van misdad en die plundering van die staatskas) is dit ook

verkieslik dat die individu nie weer aan soortgelyke situasies blootgestel word om hul respons te verkry nie. Hierdie probleem is baie meer kontroleerbaar binne die veld van die natuurwetenskappe waar proewe in 'n laboratorium uitgevoer en dus meermale herhaal en gekontroleer kan word.

Met fisiese dimensies het die metingsproses besliste prosedures wat algemeen aanvaar word. Voorgeskrewe reëls geld en goed gedefinieerde skale vir die uitdrukking van die metings, word aangewend. By fisiese metings is die eenhede van die metingskale vasgestel en dit is konstant vir die hele skaal. Een sentimeter verteenwoordig dieselfde afstand in alle kontinente. By fisiese meting kan geredeneer word dat indien voorwerp A 5cm lank is en voorwerp B 15cm, dan is voorwerp B 3 keer so lank soos voorwerp A.

Voorgenoemde geld gewoonlik nie vir die meting van menslike gedrag nie. Dit is byvoorbeeld onmoontlik om die inherente eienskappe (soos moeilikheidswaarde) van 'n psigometriese toets se items in terme van konstante eenhede te bepaal. Indien die moeilikheidswaarde van item A = 10% en dié van item B = 50% is, dan kan daar nie geredeneer word dat item B vyf keer moeiliker as item A is nie. Hierdie onvergelykbaarheid van metings vorm inherent deel van die verskillende vlakke van metings wat gebruik word. In teenstelling met die natuurwetenskappe is die metingseenhede vir gedragswetenskaplikes gewoonlik kompleks en multi-dimensioneel van aard. Waar daar 'n hoë vlak van metingsakkuraatheid by die natuurwetenskappe voorkom, kan dieselfde nie altyd van die sosiale en gedragswetenskappe gesê word nie. Gevolglik word binne die veld van die gedragswetenskappe verskeie uitdagings ervaar wanneer dit by die meting van menslike gedrag kom ten einde die verband tussen veranderlikes te ondersoek. Daar sal nou kortliks na die historiese verloop van die meting van menslike gedrag verwys word en watter rol korrelasie, en gevolglik regressie, uiteindelik daarin gespeel het.

2. Historiese ontwikkeling vir die meet van menslike gedrag

Die vroeë sielkundiges het baie belanggestel in die verband tussen menslike eienskappe – veral wat die fisiologiese eienskappe betref, asook wat die moontlike verskille tussen individue mag wees. Hulle het dit ten doel gestel om bepaalde beginsels vir menslike gedrag te formuleer. Hulle het gou besef watter groot uitdagings voorlê. Om te verstaan hoe dit ontwikkel het, sal kortliks na enkele individue, wat binne die veld van die Sielkunde, 'n belangrike rol in hierdie ontwikkeling gespeel het, verwys word.

Die meting van menslike gedrag het in die negentiende eeu momentum begin gekry. Eerstens is dit belangrik om kortliks na die werk van *Jean Esquirol* te verwys. Hierdie Franse psigiater is in Toulouse, in 1772 gebore en hoewel hy aanvanklik hom in die klassieke religieuse studies bekwaam het, het sy belangstelling mettertyd na die mediese domein verskuif. Hy arriveer in 1798 in Parys, Frankryk, en spits hom voltyds toe op die verligting van die sogenaamde “kranksinniges (insane)” se lyding. Hy gradueer in 1805 en word mettertyd as hoof van 'n psigiatrisiese hospitaal aangestel. Gedurende hierdie tyd publiseer hy verskillende manuskripte wat spesifiek oor die patologie van kranksinnigheid handel. In 1838 publiseer hy 'n werkstuk waarin hy 'n onderskeid tussen kranksinnig- en swaksinnigheid probeer maak. So ver bekend is hy die eerste persoon wat 'n kliniese beskrywing van hierdie geestesongesteldhede (mental illness) met 'n mate van statistiese beskrywing, gekombineer het. Dit doen hy deur 'n klassifikasiestelsel vir subnormale persone op te stel.

'n Fransgebore Amerikaanse psigiater wat vervolgens 'n belangrike rol in die meting van die menslike gedrag gespeel het, was *Edouard Sequin*. Hy was van die begin baie geïnteresseerd in die studie van geestesongesteldheid/afwykings (mental diseases) en begin dan ook as jong mediese dokter saam met onder andere *Esquirol* te werk. 'n Jaar nadat *Esquirol* se publikasie rakende die

klassifikasiestelsel verskyn het, naamlik in 1839, open *Sequin* die eerste skool vir erg intellektueel gestremdes waar hy begin om 'n metode te ontwikkel om hierdie persone te behandel. Hierdie behandeling het op sensoriese opleiding van die persone gefokus om hul aanpassing binne die sosiale konteks te verbeter. In 1848 (tien jaar na *Esquirol* se klassifikasiestelsel) poog hy om 'n kriteria daar te stel om tussen verskillende grade van intellektueel gestremde persone (swaksinnigheid) te onderskei. Hy verlaat Frankryk in 1850 en vestig hom in die VSA waar hy met sy werk voortgaan om intellektueel gestremde persone na te vors. In 1866 publiseer hy 'n belangrike boek rakende die kriteria vir intellektueel gestremdes.

Hierna kom die werk van sir *Francis Galton*. Hy is in 1822 in Birmingham, Engeland gebore. Hy kon voor die ouderdom van 3 jaar reeds lees en op ouderdom 5 jaar het hy reeds Latyn bemeester en kon hy ook verskeie ingewikkelde rekenkundige berekeninge doen. Hy was egter nie juis suksesvol op skool nie en verlaat die skool op 16jarige ouderdom. Hy bevind hom egter in hierdie opsig in 'n hoogsbelese groep. *Mark Twain* het byvoorbeeld op 12jarige ouderdom ook skool verlaat terwyl *Albert Einstein* op 'n stadium as 'n "dropout" beskou is. *Galton* behaal wel later 'n graad in die medisyne.

Hy was egter gefassineer deur genetika en begin om die begrip intelligensie te ondersoek. Tesame daarmee het hy 'n studie van tweeling onderneem om die verwantskap tussen hulle te ondersoek. Hierdie verwantskappe het ook oor die fisiese ooreenkomste gehandel en hy het reeds daarop gewys dat vingerafdrukke uniek tot elke persoon is. In 1869 publiseer hy "*The classification of men according to their natural gifts*" wat die begin was van die wetenskaplike studie van die meting van individuele verskille tussen persone. Hy het toe reeds gepostuleer dat intelligensie kwantifiseerbaar is en 'n normale distribusie toon. Hy het mettertyd al hoe meer in die verwantskap tussen veranderlikes

van menslike gedrag belanggestel en weens sy belangrike rol in die identifisering van die korrelasie en regressie sal later na sy werk in hierdie verband teruggekeer word.

Galton se werk word deur ene *Wilhelm M Wundt* opgevolg. Hy is in 1832 in Duitsland gebore en op 20 jarige ouderdom begin hy medies aan die universiteit van Heidelberg studeer. In sy derdejaar van studie lewer hy reeds sy eerste publikasie. Hy was een van die eerste persone wat opgemerk het dat Sielkunde naas Filosofie en Biologie as 'n wetenskap beskou kan word. Hy onderskei Sielkunde van Filosofie deur klem te plaas op die feit dat die werking van die menslike bewussyn ("mind") op 'n meer objektiewe en gekontroleerde wyse ontleed kan word. Sy agtergrond as Fisioloog het juis bygedra tot die toepassing van sekere metodes om in die laboratoriums die menslike bewussyn ("mind") te ondersoek. Hy het veral op sensoriese prosesse, aandag en reaksietyd gefokus. Deelnemers is onder andere aan spesifieke stimuli blootgestel (bv lig of klank) waarna hul reaksies gemeet is. In 1879 het hy die eerste formele laboratorium aan die Universiteit van Leipzig gevestig om juis hierdie aspek van die menslike bewussyn ("mind") op 'n gekontroleerde wyse te bestudeer. Met die klem op eksperimentele navorsing, is dit dan juis gedurende Wundt se tyd wat die beoefening van statistiese metodes (om die verbande, verskille tussen veranderlikes en groepe te ondersoek) al hoe meer na vore getree het. Weens die werk wat hy gedoen het, word hy steeds as die vader van die eksperimentele sielkunde beskou.

JM Cattell, het omstreeks 1880 die Europese Vasteland besoek waartydens hy met *Galton* en ander bekende Europese statistici in aanraking gekom het. Met sy terugkeer na die VSA het hy, en een van sy leerling, ene *EL Thorndike*, begin om op sielkundige, maar veral opvoedkundige gegewens, statistiese metodes toe te pas. Hulle werk was so invloedryk dat studiekursusse in teoretiese en toegepaste statistiek in die leerplanne van Amerikaanse universiteite

ingesluit is (Downie & Heath, 1974) wat die basiese vertrekpunt vir die statistiese ontleding van menslike gedrag gevorm het.

Om na die verwantskap tussen veranderlikes van menslike gedrag terug te keer, is dit belangrik om na die spesifieke werk wat Galton (na wie ek reeds vroeër verwys het) in hierdie verband gedoen het, te verwys. Met sy mediese agtergrond en kennis van toegepaste statistiek (en natuurlik se behepthed met genetica) was hy die eerste persoon wat die begrippe “korrelasie en regressie” gedefinieer het. Aandag word nou aan die historiese ontwikkeling van hierdie twee begrippe gegee.

3 Korrelasiekoëffisiënt en regressie

3.1 Inleiding

Ongeveer 133 jaar gelede (in 1885) het Sir *Galton* die empiriese en teoretiese ontwikkelings wat die begrippe regressie en korrelasie as statistiese konsepte definieer, bespreek. In 1895, tien jaar later, het *Karl Pearson* die Pearson “*r*” gepubliseer. Die basiese idee van korrelasie het egter reeds “onbewustelik” voor 1885 bestaan. Die werk van ‘n Franse vlootoffisier en sterrekundige, naamlik *Auguste Bravais*, wat in 1846 uitgevoer is toe hy die tweeveranderlike normale distribusie ontwikkel het, het veral ‘n rol in Pearson se werk gespeel. Onbewustelik het *Bravais* na een van die normale distribusie se parameters as “une correlation” verwys. *Bravais* was egter op daardie stadium onbewus van die feit dat korrelasie na die meting van die verband tussen veranderlikes verwys.

Galton was ‘n neef van *Charles Darwin* en met die publikasie van Darwin se dokument in 1859, naamlik “***On the Origin of Species***” begin hy belangstel in die konsep van oorerwing. Reeds in 1868 (sowat 17 jaar voor die bekendstelling van die begrip korrelasie) gebruik *Charles Darwin* die konsep “korrelasie” deurdat hy die volgende kwytraak “all the parts of the organisation are to a certain extent connected or correlated together” (Rogers & Nicewander,

1988, p.60). In 1877 verwys *Galton* na “ the law of reversion” in ‘n lesing waartydens die gewig en grootte van die moeder- en die dogterplante van ertjiesade vergelyk is. Hierdie konsep is later deur *Galton* na regressie hernoem.

In 1885 was *Galton* die president van die Britse Antropoliese Afdeling van die Britse Assosiasie. In sy presidensiële toespraak verwys hy na regressie as ‘n uitbreiding van die “law of reversion”. Hy volg sy toespraak op met ‘n publikasie waarin hy vir die eerste keer die tweeveranderlike verspreidingsdiagram (scatterplot) publiseer wat ‘n korrelasie voorstel. Hy gebruik die data rakende die lengte van ouers en hul kinders. Hy was gefassineer deur genetika (seker ook as gevolg van sy neef se werk) en het besonder belanggestel oor hoe karakteristieke van een generasie na ‘n volgende oorgedra word. Reeds in 1885 het hy aangedui dat die koëffisient nie groter as een kan wees nie (alhoewel hy toe nog nie die konsep van ‘n negatiewe korrelasie erken het nie). Soos reeds genoem het *Karl Pearson* in 1895 die wiskundige formule vir ‘n korrelasie ontwikkel wat ons vandag nog gebruik. Hy gee egter erkenning aan *Bravais* (die Franse sterrekundige) wat reeds in 1846 ‘n wiskundige formule daargestel het wat die grondslag vir *Pearson* se verduideliking gevorm het. In historiese perspektief sou dit dalk meer regverdig wees om van die *Galton-Pearson “r”* te praat. Uit voorgenoemde is dit duidelik dat die begrip regressie ‘n geruime tyd voor korrelasie bestaan het en dat die letter “*r*” aanvanklik gebruik is om regressie aan te dui. Dis eers later, met *Pearson* se berekening van die korrelasiekoëffisient, dat die letter “*r*” gebruik is om die korrelasiekoëffisient aan te dui.

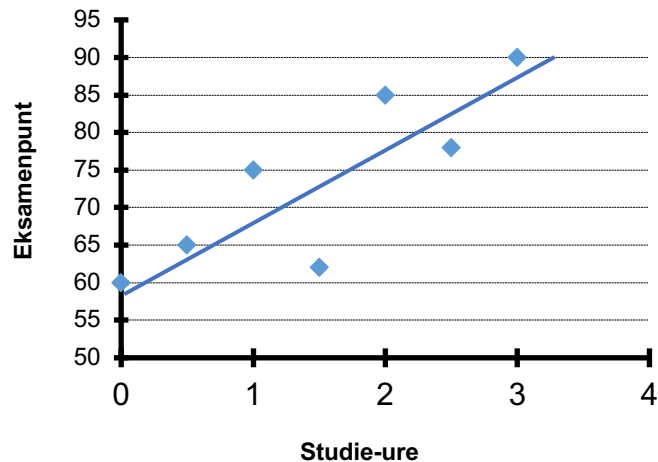
Dis belangrik om te weet dat korrelasie die basis van statistieke soos faktorontledings, strukturele vergelykingsmodelle, ensovoorts speel. Die gebruikswaarde daarvan is dus van groot belang binne die veld van sosiale en gedragswetenskappe. Verder moet besef word dat van die ander zero-orde korrelasies (bv Spearman se rho;

puntbiseriale en phi-koeffisient) almal spesiale gevalle van die Pearson formule vir spesifieke soorte data is.

In die bespreking wat volg, sal slegs na die Pearson produkmomentkorrelasie-koëffisiënt verwys word. Korrelasie is die meting van die sterkte en rigting van die verband tussen twee of meer veranderlikes. Die rigting kan of negatief of positief wees. Korrelasie wissel tussen +1 en -1 met 'n positiewe korrelasie wat tussen 0 en 1 en 'n negatiewe korrelasie wat tussen 0 en -1 wissel. 'n Voorbeeld van 'n positiewe korrelasie is gewig en lengte – maw 'n toename in lengte by 'n kind gaan gepaard met 'n toename in gewig. Studente wat hoë vlakke van angs in die eksamen ervaar, mag geneig wees om swak te presteer, dus in hierdie geval gaan 'n hoë telling in angs gepaard met 'n lae telling in akademiese prestasie, wat op 'n negatiewe korrelasie dui. Die sterkte van die verband word egter deur die waarde van die koëffisiënt gereflekteer. Hoe verder die waarde weg van 0 (en nader aan 1 of -1) is, hoe sterker is die verband met 'n perfek positiewe of negatiewe verband indien dit onderskeidelik 1 of -1 is.

Wat hier onderstreep moet word, is dat die korrelasie tussen veranderlikes gebruik kan word om voorspellings te maak. Wat verder van belang is, is dat hoe sterker die verband tussen die veranderlikes is – hoe beter is die voorspelling wat gemaak kan word. Voorspellings kan gemaak word deur van die regressielyn (wat deur 'n bepaalde regressievergelyking voorgestel word) gebruik te maak. Kortliks beteken dit dat die tellings op een van die veranderlikes (die voorspeller veranderlike) gebruik kan word om 'n telling op die ander veranderlike (kriterium) te voorspel. Om hierdie aspek te illustreer, word enkele voorbeelde bespreek.

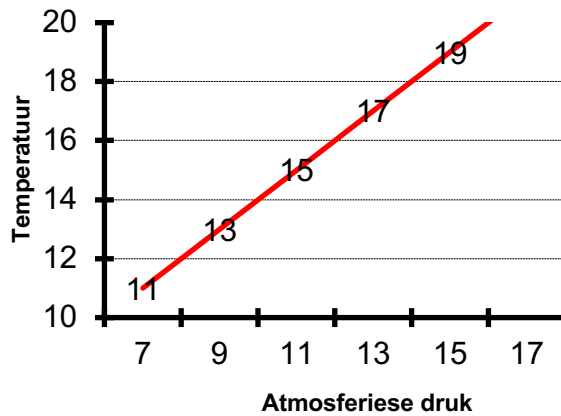
Gestel ons weet dat die korrelasiekoëffisiënt tussen studie-ure van studente en hul akademiese prestasie 0.87 is, dan kan dit soos volg voorgestel word.



Figuur 2: Positiewe verband: Korrelasie tussen veranderlikes is 0.87.

In hierdie geval is die waargenome eksamenpunt van 'n persoon met 1 uur studie gelyk aan 75. Volgens die regressielyn is die voorspelde eksamenpunt van hierdie persoon met 1 uur se studie egter ongeveer 67%. Dus 'n **ondervoorspelling** van ongeveer 8%. Vir die persoon met egter 2.5 ure se studie is die waargenome eksamenpunt 78%, terwyl die voorspelde eksamenpunt ongeveer 83% is. In hierdie geval dus 'n **oorvoorspelling** van 5%. Hierdie oor- en ondervoorspelling kom voor aangesien daar nie 'n perfekte (in hierdie geval positiewe verband) tussen die twee veranderlikes gevind is nie.

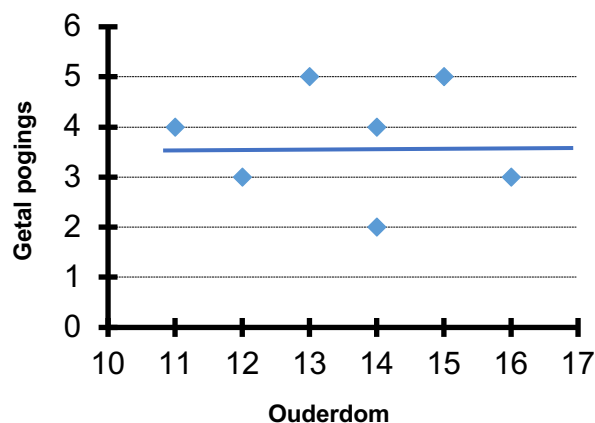
Wanneer egter 'n perfek positiewe verband voorkom, soos in die geval van atmosferiese druk en temperatuur in die natuurwetenskappe, dan kan die regressielyn gebruik word om 'n absoluut korrekte temperatuur vir 'n bepaalde atmosferiese druk te voorspel. Dit word in die volgende figuur geïllustreer:



Figuur 1: Perfek positiewe verband: Korrelasie tussen veranderlikes is 1.00

In hierdie geval is die waargenome temperatuur van 'n atmosferiese druk van 9 gelyk aan 13. Volgens die regressielyn is die voorspelde temperatuur van dieselfde atmosferiese druk ook gelyk aan 13. Dus geen afwyking.

Wanneer egter 'n statisties onbeduidende verband ($r =$ ongeveer 0) voorkom, soos in die geval waar die verband tussen ouderdom en die aantal pogings om 'n slot oop te maak, ondersoek word. In hierdie geval is die regressielyn waardeloos om ouderdom te gebruik om die aantal pogings te voorspel. Die verspreiding van die koördinate word in figuur && voorgestel:



Figuur 3: Onbeduidende verband: Korrelasie tussen veranderlikes ongeveer 0.0

In hierdie geval is die waargenome getal probeerslae van 'n 12 jarige gelyk aan 3. Die voorspelde probeerslae vir die 12 jarige is volgens die regressielyn ongeveer 3.5 pogings. Aangesien die regressielyn 'n horisontale vorm het, beteken dit dat vir alle ouderdomsgroepe (10 tot 17 jariges) die voorspelde aantal pogings presies dieselfde is, naamlik 3.5. Met ander woorde die regressielyn se gebruikswaarde is waardeloos – wat die gevolg van die onbeduidende verband tussen die veranderlikes is.

Soos reeds in die inleiding verwys is, is die metingseenhede vir gedragwetenskaplikes gewoonlik kompleks en multi-dimensioneel van aard. Gevolglik is dit belangrik dat na die spesifieke aannames van 'n statistiese tegniek (soos in hierdie geval die korrelasiekoeffisient) gekyk moet word alvorens dit benut word.

3.2 Onderliggende statisties aannames

Konsepsuele foute word soms gemaak rakende hierdie sogenaamde eenvoudige ontledingstegniek. Korrelasie is 'n baie spesifieke geval van al die ander families van die Algemene Liniêre Model (of GLM soos ons dit noem), insluitend *t*-toetse, meerveranderlike regressie, variansie-ontledings en strukturele vergelykingsmodelle. Die Pearson produk-moment korrelasie is direk gelyksoortig aan die eenvoudige lineêre regressie (waar een afhanklike en een onafhanklike veranderlike ter sprake is). Gevolglik is baie van die aannames vir meer komplekse lede van GLM, ook van toepassing op die Pearson produk-moment korrelasiekoeffisient (en gevolglik ook die eenvoudige lineêre regressie). Spesifiek die volgende aannames is van belang:

- Elk van die afhanklike veranderlike (*Y*) observasies moet statisties onafhanklik van elke ander observasie wees;
- Die afhanklike veranderlike (*Y*) moet normaal versprei;
- Die varieerbaarheid van die afhanklike veranderlike se tellings behoort ongeveer dieselfde vir elk van die

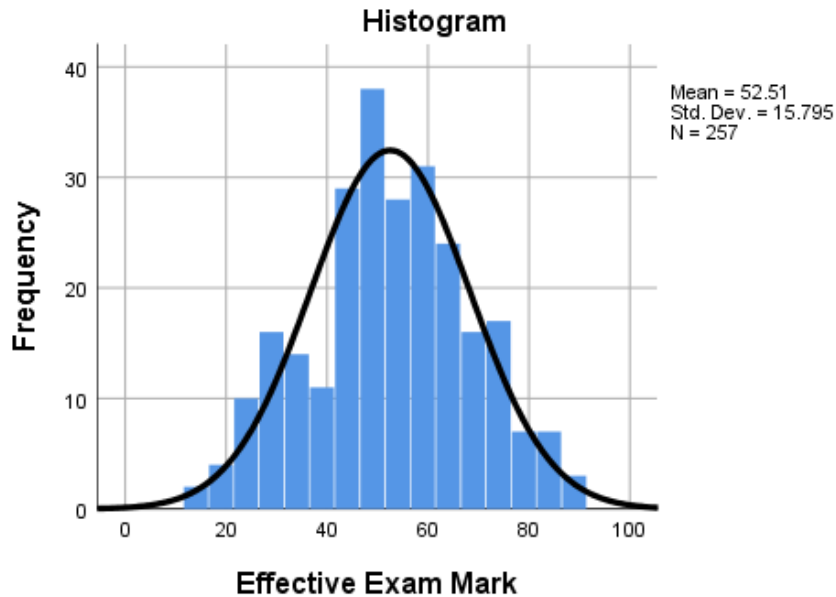
onafhanklike veranderlike se waardes te wees. Hier word verwys na die homoskedastisiteit (wat beteken “selfde variansies”).

- Alle veranderlikes (afhanklike en onafhanklike) moet sonder fout gemeet word.
- Die verband tussen die twee veranderlike moet lineêr wees.

Om hierdie aannames te toets, is ‘n spesifieke datastel gebruik. Die data ter sprake is van ‘n groep derdejaar Sielkundestudente van 2017 wat vir die module Navorsingsmetodologie geregistreer was. Hul prestasie in toets 1 en hul eksamenprestasie in genoemde module is vir hierdie doel gebruik en ‘n korrelasiekoëffisiënt van 0.602 is tussen hierdie twee metings verkry. Ek kom later terug na hierdie bevinding.

Om die eerste aanname te ondersoek, is ‘n eenvoudige proses. Gestel die afhanklike veranderlike is die toetstellings van studente, moet die navorser seker maak dat elke deelnemer die toets onafhanklik van mede-deelnemers aangepak het. In alle gevalle van toets- en eksamensessies word van deelnemers (in hierdie geval studente) verwag om dit onafhanklik te doen.

Die tweede aanname, kan deur beide grafika en statistiese inligting ondersoek word. In die volgende grafiese voorstelling word die eksamenpunte (afhanklike veranderlike) van derdejaar sielkundestudente in navorsingsmetodologie voorgestel. Dit is duidelik uit die grafiek dat die tellings bykans normaal verdeel en geen noemenswaardige afwykings kom voor nie.



Ten opsigte van die statistiese gedeelte om die normaliteit van data te ondersoek, word spesifiek na die skeefheid en kurtose van die data verwys. Die omvang van hierdie twee indekse kan beoordeel word deur hierdie twee waardes onderskeidelik met hul ooreenstemmende standaardfoute te vergelyk. Volgens (Albers, 2014) berus hierdie waardes hoofsaaklik op die grootte van die steekproef en kan die aanvaarbaarheid van hierdie indekse soos volg bereken word, naamlik:

$$S = \text{Skeefheid} / \text{SE}(\text{skeefheid})$$

$$K = \text{Kurtose} / \text{SE}(\text{kurtose})$$

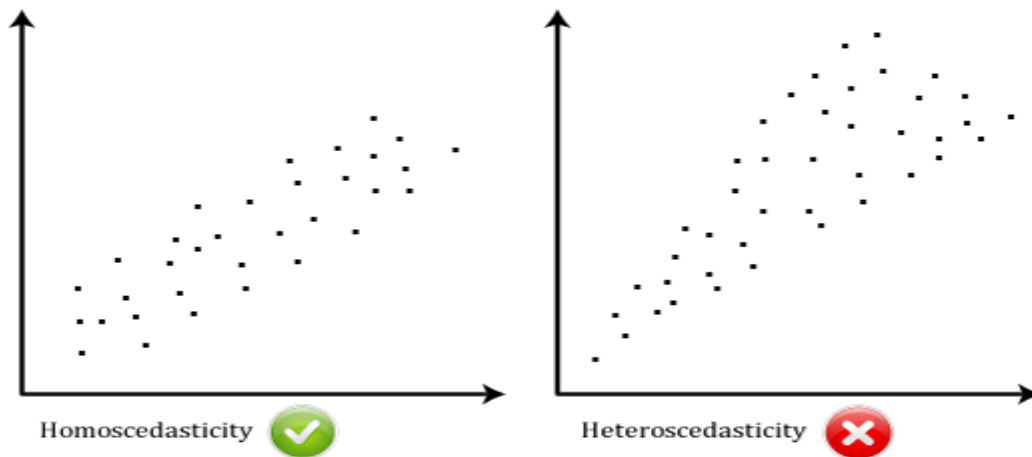
Wanneer $|S|$ of $|K| > 1.96$ dan wyk die skeefheid en kurtose beduidend (op 5%-peil) af van nul en kan aanvaar word dat normaliteit nie voorkom nie. Dieselfde data as in die grafiese voorstelling hierbo (derdejaar sielkundestudente in Navorsingsmetodologie) se skeefheid en kurtose indekse vir hul eksamenpunt verskyn in tabel &&.

Skeefheid		Kurtose	
Waarde	Std. fout	Waarde	Std. fout
-.059	.152	-.376	.303
-.059/.152 = -.388		-.376/.303 = 1.24	

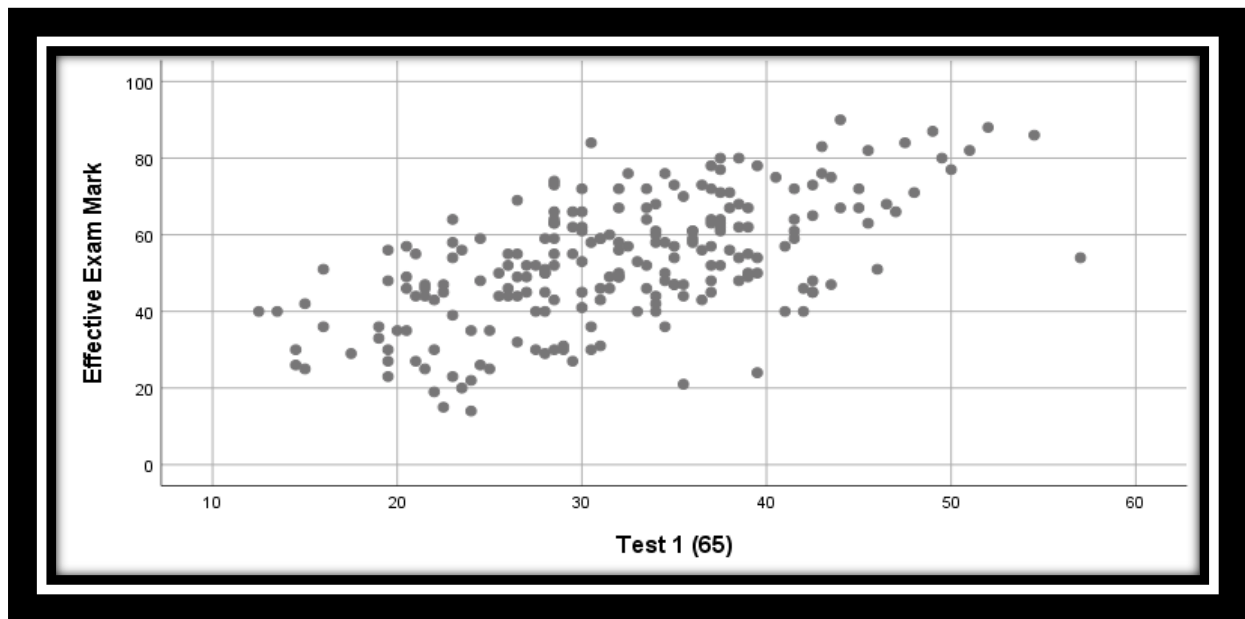
Uit hierdie tabel is dit duidelik dat beide indekse $|S|$ en $|K| < 1.96$ en kan aanvaar word dat die data redelik normaal distribueer.

Dis belangrik om daarop te let dat groot skeefheid en kurtose-koëffisiënte 'n invloed op die voorkoms van beide Tipe I- en II-foute het. Byvoorbeeld, 'n nie-normale kurtosewaarde neig om die variansie van 'n veranderlike te onderwaardeer (underestimate) wat die voorkoms van 'n Tipe I fout laat toeneem (Tabachnick & Fidell, 1989).

Die derde aanname word gewoonlik ondersoek deur 'n inspeksie van 'n tweeveranderlike verspreidingsdiagram (scatterplot). Wanneer die punte op hierdie plot neig om tregtervormig te wees, kan aanvaar word dat daar nie aan die aanname van gelyke variansies voldoen word nie. (Die identifikasie van outliers kan ook hier 'n rol speel en behoort ook ondersoek te word). Hier verskyn 'n voorbeeld van 'n homo- versus 'n heteroskedastisiteitsdistribusie



Figuur ## dui die tweeveranderlike verspreidingsdiagram (scatterplot) vir die groep navorsingsmetodologie studente aan en dit blyk dat daar wel enkele (maar gelukkig geen noemenswaardige uitskieters) voorkom nie.



Die vierde aanname handel oor die meting van die veranderlikes met geen of baie geringe foute. Een manier om die metingsfout te assesser, is om betroubaarheidskoeffisiënte te bereken. Verassend genoeg is dat verskeie studies nie die betroubaarheidskoeffisiënte rapporteer wanneer korrelasionele

studies uitgevoer word nie. Volgens my oordeel is die hoofrede vir hierdie tekortkoming die feit dat navorsers nie beseft dat geldigheid en betroubaarheid funksies van TELLINGS en nie 'n meetinstrument is nie (Pedhazur & Schmelkin, 1991). Dis belangrik om hier te noem dat lae vlakke van betroubaarheid gewoonlik die Tipe II fout (vermindering van statistiese krag) laat toeneem.

Om in hierdie geval die effek van betroubaarheid verder te illustreer, is dit nodig om te weet dat met die betroubaarheidskoëffisiënte bekend, dit die navorser help om:

- Die hoeveelheid foutmetings in die tellings te bepaal; en
- Die maksimum korrelasie wat te wagte mag wees, te bepaal.

Indien die betroubaarhede van die twee veranderlikes se tellings bekend is, dan kan die navorser bepaal wat die verwagte maksimum korrelasie tussen die veranderlikes gaan wees. Dis moontlik, want volgens Locke, Spirduso en Silverman (1987) kan die korrelasie tussen twee stelle tellings nie die vierkanswortel van die produk tussen die twee betroubaarhede oorskry nie.

Byvoorbeeld – Indien die betroubaarheid van veranderlike $X = 0.8$ en vir veranderlike $Y = 0.6$, dan is die produk $= 0.48$. Die vierkanswortel van $0.48 = 0.69$. So, in hierdie geval kan die korrelasiekoëffisiënt tussen die genoemde twee veranderlikes nie 0.69 oorskry nie.

Die aanname van reglynigheid (laaste aanname) verwys na die reguitlyn verband tussen twee veranderlikes. Hierdie is 'n kritiese aanname aangesien die Pearson produkmoment korrelasie slegs die reglynige verband tussen veranderlikes beskryf. Enige afwyking van reglynigheid (bv. kromlynigheid/Curvilinearity) kan nie deur Pearson se r verklaar word nie. In figuur ## word die aard van die verband tussen die twee veranderlikes (toets 1 en eksamenpunt in Navorsingsmetodologie van derdejaar Sielkunde studente). Dit is duidelik dat dit wel 'n reglynige verband voorstel.



Die data wat hier gebruik is, voldoen dus wel aan die aannames wat vir die korrelasiekoëffisiënt gestel is. Hoewel dit nie die doel is nie, moet onthou word dat by die interpretasie van 'n korrelasiekoëffisiënt die navorser bewus moet wees dat effekgroottes van belang is. Gewoonlik word 'n koëffisiënt van 0.3 en hoër (ongegag groepgrootte) in statistiese ontledings as van praktiese belang/waarde beskou om enigsins verder bespreek te word.

Dit is egter duidelik dat die berekening van die sogenaamde eenvoudige statistiek (bedoelende korrelasie) daar verskeie belangrike aannames is waaraan voldoen moet word alvorens afleidings gemaak kan word – veral om aan te dui dat veranderlike X veranderlike Y veroorsaak.

Voordat oorgegaan sal word om die sinvolle interpretasie van die korrelasiekoëffisiënt, binne die veld van nie-eksperimentele navorsing, te bespreek, sal kortliks aandag gegee word aan die misbruik van die koëffisiënt.

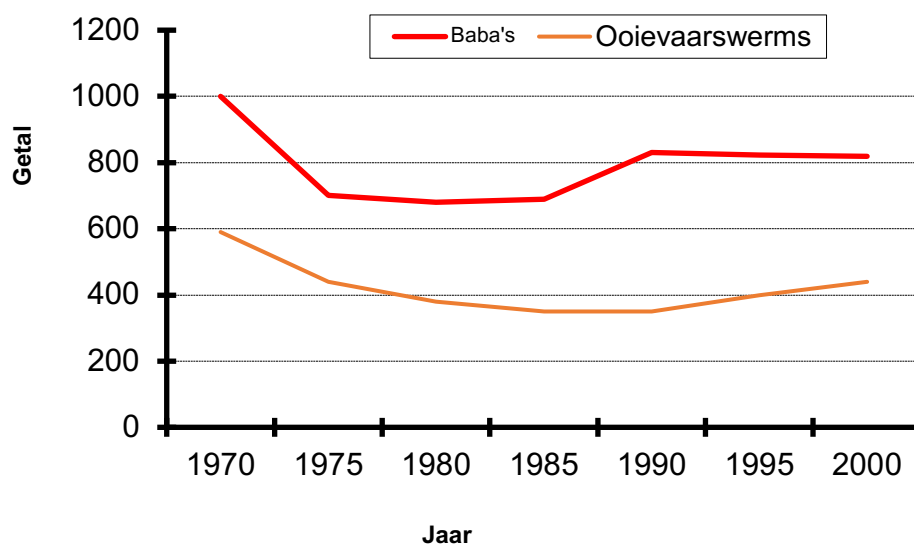
3.3 Misbruik van korrelasie

Die korrelasiekoëffisiënt, en veral die interpretasie daarvan, is volgens my oordeel 'n statistiek wat te maklik binne die sosiale en gedragswetenskappe misbruik word. Reeds in 1961 het Carroll

(Rodgers & Nicewander, 1988) wat toe president van die Amerikaanse Psigometriese Assosiasie was, aangedui dat hy van mening is dat dit 'n statistiek is wat die meeste misbruik word.

Hoewel die korrelasiekoëffisiënt waardevolle inligting verskaf, is dit belangrik om met die nodige versigtigheid die waarde van " r " te interpreteer. Dit is moontlik om statisties beduidende korrelasiekoëffisiënte tussen verskillende veranderlikes te vind terwyl hierdie verbande niks sinvol verklaar nie. Hier volg so 'n paar voorbeelde. Die bekendste is sekerlik die studie van Thomas Höfer en medewerkers (2004) in Lower Saxony, Duitsland, wat handel oor die geboortekoers van baba's en die hoeveelheid ooievaarswerms wat oor 'n tydperk van 30 jaar opgemerk is.

Voorbeeld 1: Verband tussen aantal geboortes en ooievaarswerms.

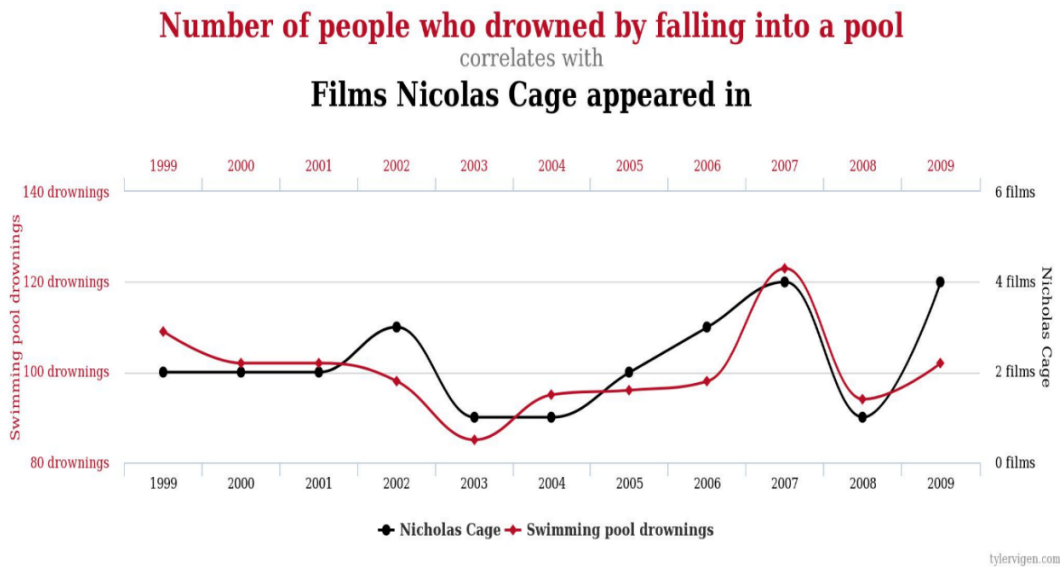


'n Korrelasie van 0.7 is verkry wat in statistiese terme wel beduidend op die 1%-peil is en terselfdertyd 'n hoë effekgrootte verteenwoordig. Die bevinding verklaar egter niks sinvols nie (behalwe vir diegene wat steeds oortuig is dat ooievaars vir baba's verantwoordelik is).

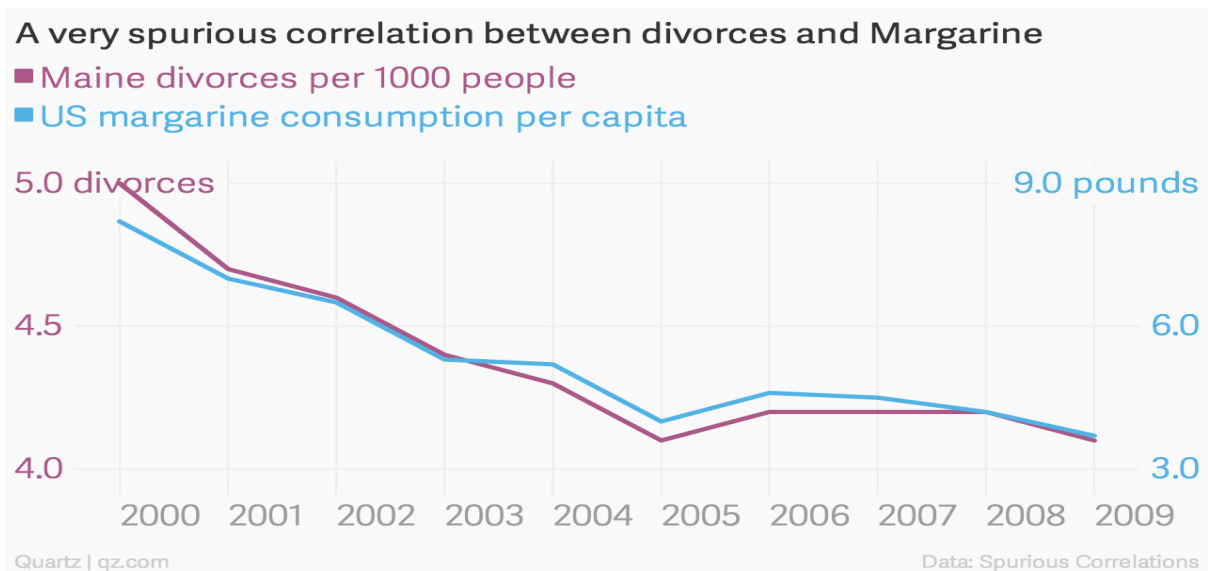
Die volgende voorbeelde, wat op werklike data gebaseer is, illustreer ook dat bepaalde statisties beduidende verbande voorkom

wat nie noodwendig daarop dui dat die een veranderlike die ander verklaar nie, byvoorbeeld:

Voorbeeld 2: Verband tussen aantal verdrinkings en die verskyning van Nicolas Cage in films.



Voorbeeld 3: Verband tussen aantal egskeidings en die verbruik van margarine.



So, wees versigtig as jou eggenoot die margarine begin dik op die brood smeer!!

Ander enkele voorbeelde is die volgende:

- Verband tussen huwelikstatus en ouderdom vd man. Getroude mans leef langer as ongetroude mans. Sommige se dit voel net so.
- Jeremy Mansfield se uitspraak na aanleiding van die moord van twee dogters in Stella, naamlik dat kinders wat geleer word om te jag geneig is om moord te pleeg.
- Met toename in gewig verminder dames se geheue – onlangs op die radio geadverteer deur een van die verslankingsfirmas.

Voorgenoemde voorbeelde is basies komies van aard en het regtig geen impak op die mens se daaglikse funksionering nie. Wat egter onrusbarend is, is dat sogenaamde wetenskaplike studies bevindinge publiseer gebaseer op korrelasionele studies wat ernstige gevolge kan hê. Een so 'n studie is deur 'n groep Britse navorsers gedurende 1995 uitgevoer waartydens hulle 'n verband tussen die inenting van kinders teen die maselsvirus en outisme gevind het. Een van hierdie navorsers is ene Andrew Wakefield ('n medikus) wat in 1998 'n artikel publiseer het waarin hy 'n oorsaaklike verband tussen genoemde veranderlikes aangetoon het. Sy bevindinge is deur 'n studie van *S Gupta* ondersteun wat met 'n soortgelyke bevinding gekom het. Hierdie bevindinge het onmiddellik daartoe gelei dat 'n skerp afname in die inenting van kinders voorgekom het met 'n gevolglike toename in kinders met masels. In hierdie geval het die misbruik van 'n korrelasiekoeffisient tot ernstige gesondheidsgevolge gelei.

Hierdie voorbeelde illustreer hoe maklik die begrip korrelasie misbruik kan word en op 'n daaglikse basis steeds deur onder andere die media en oningeligte persone misbruik word. Ten slotte sal na die meer sinvolle interpretasie van die korrelasiekoeffisient en regressie gekyk word.

3.4 Interpretasie van korrelasie

Om binne die veld van die sosiale en gedragwetenskappe wel sinvolle afleidings oor die verbande tussen veranderlikes te maak, is daar 'n soeke na oorsaaklikheid. Om dit te kan doen, is die algemene benadering om eksperimentele navorsing te onderneem. Tydens hierdie tipe navorsing word minstens twee groepe (kontrole en eksperimentele) gebruik om die moontlike effek van 'n ingreep (wat deur die navorser beheer word) te ondersoek. In mediese navorsing is baie sodanige studies bekend waar die een groep die placebo ontvang en die ander groep die nuwe medikasie. Hierdie benadering skep egter binne die veld van gedragwetenskappe bepaalde uitdagings. 'n Beduidende proporsie van kwantitatiewe navorsing is egter nie-eksperimenteel van aard aangesien verskeie belangrike veranderlikes gewoonweg nie beheerbaar is nie. Reeds in 1986 het Kerlinger (een van die vernaamste navorsers in die veld van die opvoedkunde) dit soos volg gestel:

It can even be said that nonexperimental research is more important than experimental research. This is, of course, not a methodological observation. It means, rather, that most social scientific and educational research problems do not lend themselves to experimentation, although many of them do lend themselves to controlled inquiry of the nonexperimental kind. If a tally of sound and important studies in the behavioural sciences and education were made, it is possible that nonexperimental studies would out-number and outrank experimental studies (p.359 – 360).

Hierdie standpunt word deur verskeie ander navorsers, waaronder byvoorbeeld Johnson (2001), ondersteun aangesien navorsers binne die veld van die sosiale en gedragwetenskappe

dikwels gekonfronteer word in gevalle waar eksperimentele OF kwasi-eksperimentele navorsing (waar die ingreep – onafhanklike veranderlike beheer word) nie moontlik is nie en oorsaaklikheid dus op 'n ander wyse ondersoek moet word. In nie-eksperimentele navorsing is dit egter veel moeiliker om oorsaaklikheid vas te stel. Die uitdaging is dus om binne nie-eksperimentele navorsing wel daarin te slaag om sinvolle afleidings rakende die verbande tussen veranderlikes te maak, en om oorsaaklikheid (of tot 'n mate dan) aan te dui. Indien die navorser belangstel om die verbande tussen veranderlikes aan die hand van oorsaaklike faktore, wat hierdie verbande mag beïnvloed/verander, te identifiseer, word na verklarende nie-eksperimentele navorsing (explanatory nonexperimental research) verwys. Binne die veld van nie-eksperimentele navorsing is dit tog moontlik om sinvolle afleidings oor die verbande tussen veranderlikes te maak. Dit moet altyd binne 'n bepaalde teoretiese konteks gedoen word en die interpretasie daarvan sal nou ten opsigte van twee praktiese voorbeelde, binne die nie-eksperimentele omgewing, bespreek word.

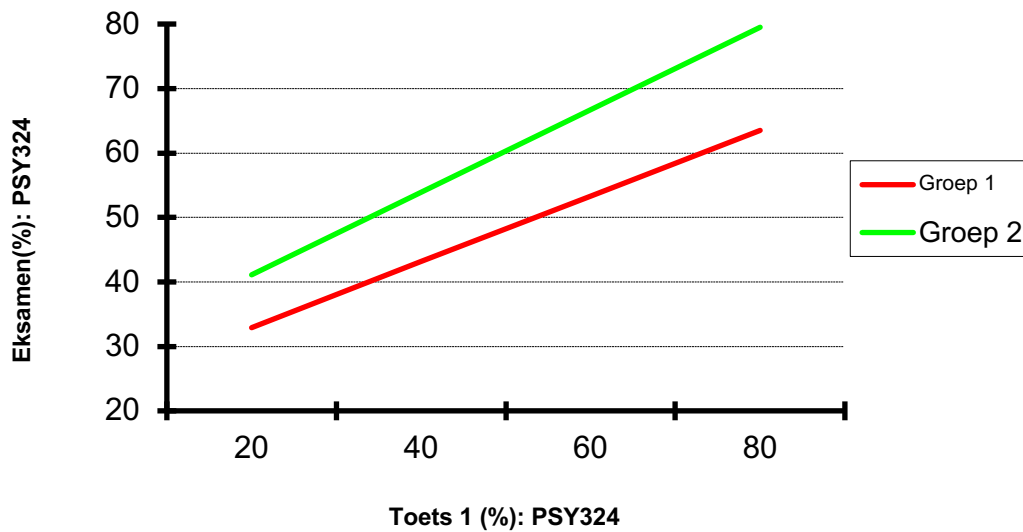
In die eerste geval sal verwys word na 'n korrelasiekoeffisient tussen twee veranderlikes wat (op sy eie beoordeel) geen verklaring verleen aan die navorser nie. In die tweede geval sal weer gekyk word waar aanvanklik geen beduidende korrelasie tussen twee veranderlikes voorkom nie, maar net die byvoeging van 'n derde veranderlike, die prentjie kan verander. Om die eerste scenario aan te spreek, sal die data gebruik word van die groep derdejaar navorsingstudente wat reeds gebruik is om die gestelde aannames te toets.

Scenario 1: Die verband tussen aantal turorklasse bygewoon en eksamenprestasie van derdejaar navorsingstudente is 0.433 wat 'n medium effekgrootte het en op die 1%-peil statisties beduidend is.

Aangesien hierdie bevinding verkry is in 'n nie-eksperimentele ontwerp (maw geen kontrolegroep teenwoordig nie), kan die

navorser in hierdie geval nie die afleiding maak dat tutorklasse direk verantwoordelik vir die student se akademiese prestasie in navorsingmetodologie is nie. Hoe kan ons hierdie probleem aanspreek?

In hierdie geval is een moontlikheid om die aantal tutorklasse wat deur student gedurende die semester bygewoon is, se rol in hul aanvanklike (toets 1) en uiteindelijke (eksamen) prestasie te ondersoek. In hierdie spesifieke geval kan ondersoek ingestel word of daar 'n verskil in die studente, wat verskillende aantal tutoriale bygewoon het, se eksamenprestasie voorkom deur 'n korrelasionele ontwerp te gebruik in plaas daarvan om bloot die gemiddeldes te vergelyk. Hierdie probleem kan by wyse van 'n regressie-ontleding aangepak word, wat ons by Galton se ontdekking van die regressielyn terugbring. Gevolglik is twee groepe gevorm, naamlik vir die studente wat slegs tussen 1 – 3 tutoriale bygewoon het (Groep 1) en vir diegene wat tussen 13-16 tutoriale bygewoon het (Groep 2). Vir beide hierdie groepe kom daar 'n beduidende positiewe verband tussen hul toets 1 prestasie en hul eksamenpunt voor – onderskeidelik (0.426; $p = 0.017$ en 0.559; $p = 0.000$) wat beteken dat ons wel die prestasie in toets 1 met 'n redelike mate van sekerheid kan gebruik om hul prestasie in die eksamen te voorspel. Aangesien geen van hierdie twee korrelasies perfek positief is nie, kan ons nie die afleiding maak dat ons 100% korrek gaan voorspel nie. Vir beide groepe is hul regressielyne bepaal (bereken volgens elk se regressievergelyking) en dit word in die volgende figuur voorgestel.



Deur van hierdie regressielyne gebruik te maak, kan ons die volgende afleidings vir die 2017 groep studente in Navorsingsmetodologie maak:

- Indien 'n student, wat 40% in toets 1 behaal het en tussen 13 – 16 tutoriale bygewoon het, word sy/haar eksamenpunt op ongeveer 54% voorspel.
- 'n student wat egter net tussen 1 – 3 tutoriale bygewoon het, en wat ook 40% in toets 1 behaal het, se voorspelde eksamenpunt is slegs 43%.
- Vir 'n student wat tussen 13 – 16 tutoriale bygewoon het en vir wie 'n eksamenpunt van 50% voorspel word, moes hy/sy ongeveer 34% in toets 1 behaal het.
- Vir 'n student wat tussen 1 - 3 tutoriale bygewoon het en vir wie 'n eksamenpunt van 50% voorspel word, moes hy/sy ongeveer 53% in toets 1 behaal het.

Soos reeds genoem toon beide korrelasies nie 'n perfekte positiewe verband nie, en gevolglik maak ons beslis 'n fout om 'n baie akkurate eksamenpunt te kan voorspel. [Dit behoort tog

duidelik te wees dat 'n student wat net een tutorklas bygewoon het, en wie 'n punt van 33% in toets 1 behaal het, tog wel daarin kon slaag om minstens 'n punt van 50% (of hoër) in die eksamen te kon behaal het]. Die bevinding hierbo kan egter gebruik word om verder ondersoek in te stel na die waarskynlikheid van die studente om suksesvol in die eksamen te wees. In hierdie geval word sukses beskou as die waarskynlikheid om minstens 50% in die eksamen te behaal.

Die korrelasies tussen die twee veranderlikes (vir die twee groepe afsonderlik) asook die sukseskoers is gebruik om die volgende twee tabelle saam te stel. Die teoretiese waarskynlikheidstabelle van *Lawshe en Balma* (1966) wat is in hierdie geval gebruik. In die volgende tabel word die besonderhede vir groep 1 (1-3 tutoriale bygewoon) aangedui.

GROEP 1 = 1-3 TUTORIALE	
Voorspelde eksamenpunt $Y' = .783(\text{Toets1})+22.8$	Waarskynlikheid van sukses: Behaal 50% in eksamen
> 49	81
46 – 49	63
43 – 45	52
40 – 42	42
< 40	30
$r = .426$ Sukseskoers = 50%	

Gestel 'n student wat 'n punt van 33 uit 65 (50.8%) vir toets 1 behaal het en slegs 1 – 3 tutoriale bygewoon het, sal volgens hierdie formule $(.783 \times 33)+22.8$ 'n voorspelde waarde van 48 verkry word, wat daarop dui dat dié student slegs 'n 63% kans het om suksesvol in die eksamen te wees. Vir groep 2 word die besonderhede in die volgende tabel aangedui.

GROEP 2 = 13-16 TUTORIALE	
Voorspelde eksamenpunt $Y' = .985(\text{Toets1})+28.3$	Waarskynlikheid op sukses (%)
> 74	99
67 – 74	98
65 – 66	95
60 – 64	90
< 60	80
$r = .559$ Sukseskoers = 90%	

Gestel 'n student wat **ook** 'n punt van 33 uit 65 (50.8%) vir toets 1 behaal het, maar wat tussen 13 – 16 tutoriale bygewoon het, sal volgens hierdie formule $(.985 \times 33) + 28.3$ 'n voorspelde waarde van 61 verkry word. Hierdie waarde dui daarop dat die student 'n 90% kans het om suksesvol in die eksamen te wees.

Ofskoon ons aanvanklik bepaal het dat tussen die aantal tutoriale bygewoon en hul eksamenpunt 'n statisties beduidende korrelasiekoëffisiënt van 0.433 verkry is, kan ons deur na voorgenoemde inligting te kyk, veel beter en akkurate afleidings maak as om bloot aan te toon dat 'n beduidende verband tussen genoemde twee veranderlikes voorkom. (Net as 'n voetnota wil ek aandui dat daar verskeie veranderlikes is wat hier 'n rol speel – soos byvoorbeeld die taalvaardigheid van die tutor, die akademiese ingesteldheid van studente, die kognitiewe vermoë van die studente sowel as die tutor, ens. Dit is beslis nie net die student se prestasie in toets 1 wat noodwendig die enigste en mees akkurate voorspeller is nie). Oorsaaklikheid word nie in hierdie geval bewys nie – ons kan slegs die prestasie van studente op een veranderlike gebruik om hul gedrag op 'n ander veranderlike met 'n mate van waarskynlikheid te voorspel. Hoe hoër die korrelasie, hoe beter is die waarskynlikheid om 'n relatief goeie voorspelling te maak. Verder moet dit

onderstreep word dat hierdie bevinding nie veralgemeen kan word nie na alle ander modules in die Sielkunde departement of die UV nie.

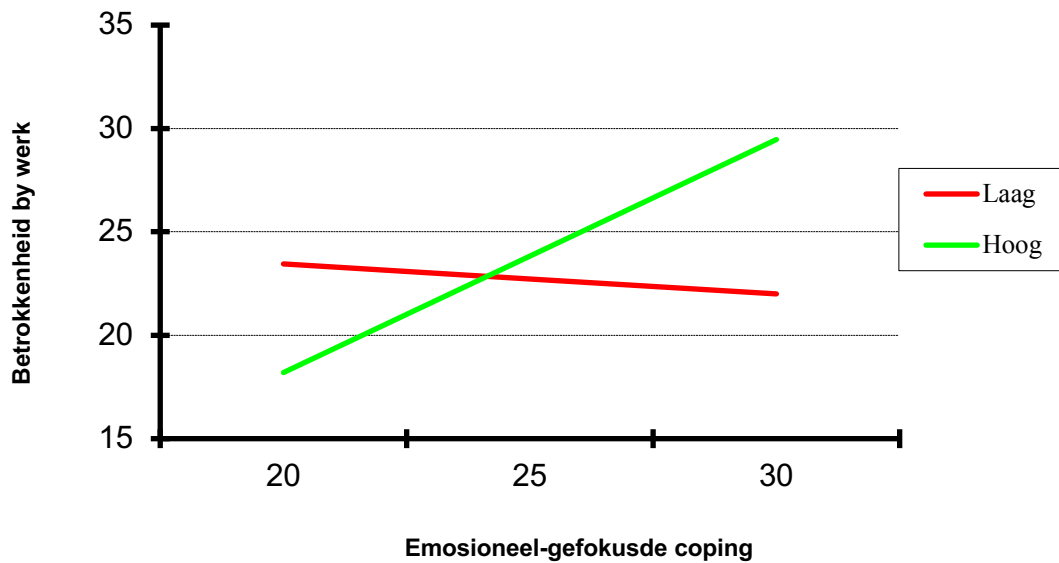
Ten slotte wil ek na die derde veranderlike (en wel moderator) verwys. In hierdie geval kan dit voorkom dat daar aanvanklik geen statisties beduidende korrelasie tussen die onafhanklike en afhanklike veranderlikes gevind word nie, maar met die byvoeging van 'n derde veranderlike die verband tussen hierdie twee veranderlikes beduidend beïnvloed word.

Scenario 2: Geen statisties beduidende verband kom tussen fisioterapeute se emosionele gefokusde coping en hul werksbetrokkenheid voor nie. Hoe word dit deur 'n derde veranderlike beïnvloed.

Binne die konteks van 'n korrelasionele raamwerk, is 'n moderator die derde veranderlike wat die zero-orde korrelasie tussen die onafhanklike en afhanklike veranderlikes, verander. Met verander word bedoel dat dit die rigting en of die sterkte van die verband kan beïnvloed. Volgens *James Gaskin (2017)* is dit baie belangrik om te beseef dat 'n moderator nie die oorsaaklike resultaat van die onafhanklike veranderlike mag wees nie – met ander woorde daar behoort nie 'n sterk verband tussen genoemde twee veranderlikes voor te kom nie. Om die rol van die derde veranderlike in die verband tussen die onafhanklike en afhanklike korrelasie te ondersoek, is dit nodig om eers die produk tussen die onafhanklike en moderator veranderlike te bereken. Met ander woorde indien die produk tussen die onafhanklike en moderatorveranderlike van so 'n aard is dat dit die verband tussen die onafhanklike en afhanklike veranderlike in terme van rigting of sterkte beïnvloed, dan kan die derde veranderlike as moderator geïdentifiseer word.

Vervolgens kyk ons na 'n voorbeeld van 'n studie wat met fisioterapeute (Gouws,) uitgevoer is. Die doel van die ondersoek was om vas te stel of die mate van interne lokus van kontrole wat fisioterapeute ervaar, wel die verband tussen hulle emosionele coping en werksbetrokkenheid, beïnvloed.

Die eerste stap was om, soos deur *Gaskin* aangedui is, vas te stel of daar 'n statisties beduidende verband tussen die onafhanklike (emosionele coping) en moderator veranderlike (interne lokus van kontrole) voorkom. 'n Koëffisiënt van 0.066 ($p = 0.615$) is verkry, wat aanduidend is dat daar nie 'n beduidende verband tussen die twee veranderlikes (emosionele coping en interne lokus van kontrole) voorkom nie. 'n Swak verband kom ook tussen die onafhanklike en afhanklike veranderlikes voor, naamlik -0.014 ($p = 0.914$) wat die toetsing van 'n moderatoreffek soveel meer van toepassing maak. Gevolglik is voortgegaan om die mate van interne lokus van kontrole as 'n moontlike moderatorveranderlike te toets. Die *Beta*-waarde van die produkterm is as -0.291 bereken wat op die 5%-peil beduidend is en gevolglik daarop dui dat interne lokus van kontrole wel as 'n moderatorveranderlike (stap 3) in die verband tussen emosioneel-gefokusde coping en werksbetrokkenheid by die groep fisioterapeute voorkom. Die aard van hierdie moderatoreffek is ondersoek deur die sterkte en rigting van die verband tussen emosioneel-gefokusde coping en werksbetrokkenheid vir die fisioterapeute wat onderskeidelik lae en hoë tellings op die moderatorveranderlike (interne lokus van kontrole) behaal het, te bereken. Die regressielyne vir hierdie twee groepe word in die volgende figuur voorgestel.



Figuur 1: Regressielyne van fisioterapeute wat onderskeidelik lae en hoë vlakke van internal Lokus van beheer het met emotional-focused coping as voorspeller van vigour work engagement

Uit hierdie figuur is dit duidelik dat vir die fisioterapeute met hoë vlakke van interne lokus van kontrole (groen lyn) 'n styging in die regressielyn voorkom (helling = 1.127) met 'n beduidende positiewe verband ($r = 0.509$; $p = 0.052$) tussen emosioneel-gefokusde coping en werksbetrokkenheid. Vir die fisioterapeute met lae vlakke van interne lokus van kontrole (rooi lyn) kom egter 'n geringe daling (helling = -0.145) in die regressielyn voor met 'n onbeduidende negatiewe verband ($r = -0.158$; $p = 0.559$) tussen die twee veranderlikes. **Dit is duidelik dat daar 'n verskil in die sterkte sowel as die rigting van die verband tussen die voorspeller en die kriterium** vir die groep fisioterapeute met onderskeidelik lae en hoë vlakke van interne lokus van kontrole voorkom. Met 'n toename in emosioneel gefokusde coping, toon die fisioterapeute met hoë vlakke van interne lokus van kontrole 'n beduidende toename in hulle werksbetrokkenheid terwyl vir diegene met lae vlakke van interne lokus van kontrole daar bykans geen verskil in hul werksbetrokkenheid voorkom nie. Dit is weens die onbeduidende

verband wat vir dié groep rakende hul emosioneel-gefokusde coping en werksbetrokkenheid voorkom. Hierdeur word geïllustreer dat die byvoeging van 'n derde veranderlike die verband tussen twee veranderlikes, wat aanvanklik as onbeduidend waargeneem is, 'n beduidende resultaat kan lewer wat sinvolle verklarings lewer.

4 SLOT

Met hierdie voordrag het ek probeer aandui dat korrelasie 'n baie belangrike rol in die gedragswetenskappe speel en dat met die korrekte aanwending daarvan beter en meer sinvolle afleidings gemaak kan word. Die twee voorbeelde wat gebruik is, is slegs om die interpretasiewaarde van die koëffisient aan te toon en ek wil in geen stadium daarmee sê dat dit die enigste manier van interpretasie is nie. Soos reeds genoem, speel dit onder andere 'n baie belangrike rol in faktorontledings asook strukturele vergelykingsmodellering (structural equation modelling).

Ek dank u.

Verwysingslys:

Do vaccines cause autism. History of vaccines. Onttrek 11 September 2018. <https://www.historyofvaccines.org/content/articles/do-vaccines-cause-autism>

Downie, N.M., & Heath, R.W. (1974). *Basic statistical methods*. New York; Harper & Row.

- Gupta, S. (2000). Immunological treatments for autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30(5), 475-479.
- Höfer, T., Przyrembel, H., Verleger, S. (2004). New evidence for the Theory of the Stork. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. (18), 88-92.
- Johnson, B. (2001). Toward a new classification of nonexperimental quantitative research. *Educational Research*, 30(2), 3-13.
- Kerlinger, F.N. (1986). Foundations of behavioral research. *Open Journal of Social Sciences*, 2(12). New York: Holt, Reinhard and Winston.
- Onwuegbuzie, A, & Daniel, L.G. (1999). *Uses and misuses of the correlational coefficient*. Paper presented at the annual meeting of the Mid-South Educational Research Association, Alabama, November 17-19.
- Pedhazur, E.J., & Schmelkin, L.P. (1991). Measurement, design, and analysis: An integrated approach. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rodgers, J.L., & Nicewander, W.A. (1988). Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *The American Statistician*, 42(1), 59-66.
- Stanton, J.M. (2001). Galton, Pearson, and the peas: A Brief history of linear regression for statistics instructors. *Journal of Statistics Education*, 9(3), 1-11.
- Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (1989). *Using Multivariate Statistics*. New York: Harper & Row.