

In dit tentamen gaan de vragen over een onderzoek naar de beleefde luchtkwaliteit in relatie tot de geobserveerde luchtkwaliteit. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden in de regio Utrecht.

1.

Bij het onderzoek werden gegevens verzameld op ongeveer 100 verschillende locaties. Op iedere locatie werd meerdere dagen de luchtkwaliteit gemeten en werd door een vast panel (omvang 10 personen) van random gekozen bewoners op deze dagen de luchtkwaliteit beoordeeld. Hieronder staan de gegevens van één panel voor één dag. Luchtkwaliteit werd gemeten op een 10-puntsschaal waarvoor geldt: hoe hoger, hoe beter de luchtkwaliteit.

2, 4, 7, 7.5, 8, 8, 8, 8, 8.5, 9

- a (6 punten) Bereken het gemiddelde, de mediaan en het 20% getrimd gemiddelde
- b (4 punten) Welke van bovenstaande maten geeft een goed beeld van de locatie van de verdeling van de beoordelingen van de luchtkwaliteit? Motiveer je antwoord!

2.

Stel dat de hoeveelheid in de lucht van een bepaalde stof op een bepaalde locatie normaal verdeeld is met als gemiddelde 200 en als standaarddeviatie 50. De wettelijke streefwaarde voor deze stof ligt op 264, d.w.z. er moet getracht worden om de concentratie van deze stof in de lucht onder de 264 te houden.

- a (3 punten) Wat is de kans dat op een willekeurig gekozen dag de geobserveerde hoeveelheid van deze stof in de lucht groter is dan de wettelijke streefwaarde? Rond deze kans af op drie decimalen.
- b (3 punten) Een onderzoeker definieert een probleemwijk als een wijk waar meer dan 20% van de dagen de streefwaarde overschreden wordt. Hij besluit om in deze week 10 dagen de hoeveelheid van deze stof in de lucht te bepalen. Wat is de kans dat hij 2 of meer dagen een overweging van de streefwaarde vindt? Ga ervan uit dat de observatiedagen zo ver uit elkaar liggen dat de observaties als onafhankelijk te beschouwen zijn. Mocht je bij vraag a geen antwoord gevonden hebben (of een antwoord waaraan je sterk twijfelt), ga er dan vanuit dat de kans dat op een willekeurig gekozen dag de geobserveerde hoeveelheid hoger is dan de streefwaarde gelijk is aan 0.1.
- c (4 punten) Een andere onderzoeker definieert een probleemwijk als een wijk waar gemiddeld gesproken de gemeten hoeveelheid van deze stof hoger is dan de streefwaarde. Hij besluit om 4 dagen op deze locatie te meten. Wat is de kans dat hij constateert dat de wijk een probleemwijk is? Ga er weer van uit dat de observatiedagen zo ver uit elkaar liggen dat de observaties als onafhankelijk te beschouwen zijn.

d (5 punten) Het zou voor de eerste onderzoeker makkelijker zijn wanneer er niet een fysische meting zou hoeven te worden verricht, maar wanneer aan de hand van de beoordeling van de luchtkwaliteit door een panel van bewoners geconcludeerd kan worden dat de streefwaarde overschreden is. Daartoe besluit deze onderzoeker om te bepalen of het panel in staat is om te bepalen of de streefwaarde overschreden is. Hij bracht de bewoners die het panel vormde bijeen in een artificiële omgeving waarin hij zelf de hoeveelheid van deze in de lucht kon manipuleren. Na oefening van de bewoners, vroeg hij hen in een groot aantal experimenten telkens of ze dachten dat de streefwaarde overschreden was. Het bleek dat het panel in 90% van de gevallen dat de onderzoeker de hoeveelheid van de stof boven de streefwaarde had gebracht, dit ook correct constateerden en dat het panel in slechts 5% van de gevallen dat de onderzoeker de hoeveelheid stof onder de streefwaarde hadden gehouden dachten dat deze boven de streefwaarde zat. Stel nu dat deze percentages gelijk zijn aan de kansen zoals ze op de locatie zijn en stel dat op de locatie de kans dat de streefwaarde overschreden wordt gelijk is aan 10%, wat is dan de kans dat de streefwaarde inderdaad overschreden is wanneer het panel constateert dat de streefwaarde overschreden is?

3.

Een groot probleem bij beoordelingen door ‘leken’ is dat men geneigd is om de situatie die men vrijwel dagelijks ervaart een gemiddeld cijfer als een ‘6’ te geven. Relatieve oordelen zijn dus vaak wel te gebruiken (scoort een persoon hoger dan zijn/haar gemiddelde dan zal de situatie doorgaans beter zijn dan de dagelijkse situatie en een lagere score duidt op een directe verslechtering), maar absolute scores vaak niet: ook al zijn de omstandigheden voor de ene persoon stukken beter dan voor de andere, beiden geven een gemiddeld cijfer als je ze om een beoordeling vraagt.

Om te onderzoeken of zoiets ook speelt bij de beoordeling van de luchtkwaliteit, werd het volgende onderzoek uitgevoerd. Eerst vroeg de onderzoekster aan random steekproef (aangegeven met ‘slecht’) van 10 personen uit de bewoners van een wijk waarvan bekend was dat de luchtkwaliteit maar net acceptabel was hoe ze de kwaliteit van de lucht beoordeelde. Dit vergeleek ze met de oordelen van een random steekproef (aangegeven met ‘goed’) van 10 bewoners uit een wijk met een goede luchtkwaliteit.

De resultaten waren als volgt: $\bar{x}_{\text{slecht}} = 6.4$, $s_{\text{slecht}} = 2$, $\bar{x}_{\text{goed}} = 6.8$, $s_{\text{goed}} = 2$. Bovendien zijn er verschillcores berekend (‘goed’ – ‘slecht’), aangegeven met ‘d’. Hiervoor waren de resultaten: $d = 0.4$; $s_d = 3.5$.

- a. (10 punten) Is er sprake van een verschil in beoordeling van de luchtkwaliteit?

Gebruik $\alpha = 0.05$.

Vervolgens nam de onderzoekster alle personen mee naar de artificiële omgeving van opgave

2d. De geobserveerde luchtkwaliteit werd ingesteld op een waarde die precies tussen de gemiddelde geobserveerde luchtkwaliteit van de ‘goede’ en de ‘slechte’ wijk in zit. Na enige tijd door te hebben gebracht in de artificiële omgeving werden de personen gevraagd om een beoordeling van de luchtkwaliteit te geven. De resultaten waren als volgt: $\bar{X}_{\text{slecht}} = 7.2$, $S_{\text{slecht}} = 2$, $\bar{X}_{\text{goed}} = 4.2$, $S_{\text{goed}} = 2$. Bovendien zijn er weer verschillscores berekend (‘goed’ – ‘slecht’), aangegeven met ‘d’. Hiervoor waren de resultaten: $\bar{d} = -3$; $s_d = 3.5$.

- b. (10 punten) Is er sprake van een verschil in beoordeling van de luchtkwaliteit van de artificiële omgeving? Gebruik nu $\alpha = 0.01$
- c. (5 punten) Hoe verhouden de resultaten zich tot de algemene bevinding waar de vraag mee startte? Mocht je niet weten hoe je de toetsen bij **a** en **b** moet uitvoeren of mocht je twijfelen aan de uitkomst bespreek dan wat je voor uitkomsten zou verwachten als de algemene bevinding waar zou zijn.

4. (10 punten) In een bepaalde wijk heeft één steegje de naam een ‘stinksteegje’ te zijn: volgens de buurtbewoners blijven vooral in dit steegje allerlei ‘slechte dampen’ hangen. Om te onderzoeken of er een bron van waarheid in deze buurtmythe schuilt, besluit een onderzoeker om op 10 verschillende dagen metingen van de hoeveelheid ozon (O_3) te meten. Vooronderzoek had namelijk aangetoond dat ozon de enige voor de hand liggende boosdoener is. De metingen werden zowel in de steeg als elders in de wijk verricht.

Observatie	Ozon in steeg	Ozon in wijk
1	80	70
2	240	70
3	130	120
4	40	32
5	30	80
6	100	85
7	180	70
8	170	150
9	50	45
10	210	100

De dagen lagen ver genoeg uit elkaar zodat de observaties als onafhankelijk te beschouwen zijn. De schommelingen in de ozonconcentratie zijn echter erg groot en zeker niet symmetrisch (hint, hint, zie ook paragraaf 16.2 uit het boek). Toets of er een kern van waarheid in de volksmythe zit. Gebruik $\alpha = 0.05$.

5.

(10 punten) Voor de 100 locaties (zie ook vraag 1) werd op een mooie zomerse dag in mei voor de stof SO_2 bepaald of de streefwaarde overschreden was. Hieronder staan de resultaten uitgesplitst naar type locatie

Type locatie	SO_2		Totaal
	Boven streefwaarde	Onder streefwaarde	
Woonwijk	10	40	50
Verkeersknoppunt	15	0	15
Industriegebied	15	5	20
Natuurgebied	0	15	15
Totaal	40	60	100

Toets of er sprake is van samenhang tussen het type locatie en het al dan niet overschrijden van de streefwaarde. Gebruik $\alpha = 0.05$.

6.

Voor de 50 woonwijken zijn naast de hoeveelheden SO_2 ook nog eens panelgegevens over de beoordeling van de luchtkwaliteit verzameld

Met X wordt de concentratie SO_2 aangegeven en met Y wordt het oordeel van het panel aangegeven. Met x (resp. y) worden de deviatiescores van X (resp. Y) aangegeven: $\Sigma x^2 = 2519.4$; $\Sigma y^2 = 225.5$; $\Sigma xy = -545.64$; $\bar{X} = 19.11$; $s_x = 5.96$; residuele standaarddeviatie (s) = 1.50.

- (5 punten) Bereken de waarde van de (Pearson product moment) correlatiecoëfficiënt en geef een 95%-betrouwbaarheidsinterval.
- (5 punten) Stel de regressievergelijking voor de voorspelling van de beoordeling van de luchtkwaliteit op basis van de hoeveelheid SO_2 in de lucht op. Wat is het 95% betrouwbaarheidsinterval voor het regressiegewicht van hoeveelheid SO_2 in de lucht?

CASE

In deze case gaan we verder met de analyse van het onderzoek. Een onderzoeker probeert namelijk een zo goed mogelijk beeld van het oordeel van de bewoners te krijgen. Hij wil hiermee kunnen voorspellen of bepaalde nieuw aan te leggen infrastructuren zullen leiden tot extra klachten van de bewoners. Het is bekend wat de nieuwe infrastructuren zullen betekenen voor de luchtkwaliteit, maar het is ook bekend dat een slechtere luchtkwaliteit lang niet altijd tot klachten leidt of in ieder geval niet tot klachten op de langere termijn (direct na aanleg kunnen er wel klachten zijn, maar deze gaan dan soms spontaan voorbij terwijl de luchtkwaliteit niet beter wordt; dit fenomeen is bij opgave 3 ook al even voorbij gekomen).

Eerst wil de onderzoeker nagaan of er misschien een verschil in oordeel zit tussen personen uit zogenaamde 'betere buurten' en personen uit overige buurten. Bovendien wil hij nagaan of er verschillen zijn tussen de buurten voor wat betreft de luchtkwaliteit. Hij doet dit eerst (en ik wil echt niet zeggen dat dit de beste manier is!!) door met behulp van t-toetsen te onderzoeken of er sprake is van verschillen tussen betere buurten en de rest (aangegeven met de variabele BUURT; een '0' zijn de overige buurten en een '1' zijn de betere buurten) in de variabelen oordeel van het panel (aangegeven met OORDEEL) en de hoeveelheid SO₂ in de lucht (aangegeven met SO2)

T-Test

Group Statistics

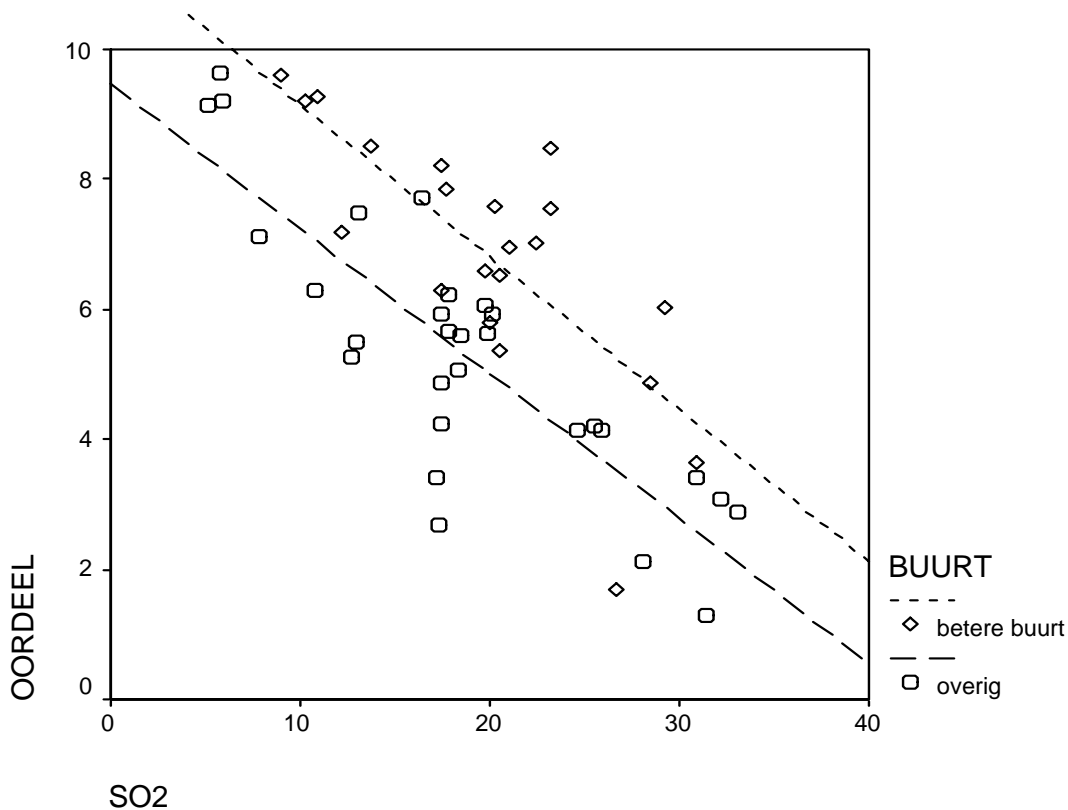
buurt		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
oordeel	0 overig	29	5.3081	2.09023	.38815
	1 betere buurt	21	6.8651	1.91935	.41884
so2	0 overig	29	18.6572	7.88569	1.46434
	1 betere buurt	21	19.7420	6.18010	1.34861

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
oordeel	Equal variances assumed	.276	.602	-2.689	48	.010	-1.55697	.57903	-2.72118	-.39276
	Equal variances not assumed			-2.727	45.260	.009	-1.55697	.57104	-2.70692	-.40703
so2	Equal variances assumed	.899	.348	-.524	48	.603	-1.08485	2.06996	-5.24679	3.07708
	Equal variances not assumed			-.545	47.650	.588	-1.08485	1.99073	-5.08826	2.91855

a. (5 punten) Wat is op basis van deze t-toetsen de conclusie? Motiveer je antwoord! Gebruik $\alpha = 0.05$.

Een betere manier om dit te onderzoeken is door gebruik te maken van een regressieanalyse met een dummy variabele. Indien we kunnen aantonen dat de regressielijn voor de betere buurten parallel loopt aan de regressielijn voor de overige buurten en dat de intercepten (as-afsnedes) verschillend zijn, dan kunnen we onze conclusie beter onderbouwen. In onderstaand plaatje staat een scatterplot, met de relevante regressielijnen en in onderstaande output staan de resultaten van de analyse (INTERACT is het product van de variabele BUURT en de variabele SO2).



Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.836 ^a	.699	.679	1.21548
2	.836 ^b	.698	.686	1.20309
3	.724 ^c	.524	.514	1.49557

a. Predictors: (Constant), INTERACT, SO2, BUURT

b. Predictors: (Constant), SO2, BUURT

c. Predictors: (Constant), SO2

ANOVA^d

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	157.579	3	52.526	35.553	.000 ^a
	Residual	67.960	46	1.477		
	Total	225.539	49			
2	Regression	157.510	2	78.755	54.410	.000 ^b
	Residual	68.029	47	1.447		
	Total	225.539	49			
3	Regression	118.176	1	118.176	52.834	.000 ^c
	Residual	107.363	48	2.237		
	Total	225.539	49			

a. Predictors: (Constant), INTERACT, SO2, BUURT

b. Predictors: (Constant), SO2, BUURT

c. Predictors: (Constant), SO2

d. Dependent Variable: OORDEEL

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	9.460	.588		16.076	.000
	SO2	-.223	.029	-.744	-7.640	.000
	BUURT	2.023	1.082	.470	1.870	.068
	INTERACT	-.011	.053	-.056	-.216	.830
2	(Constant)	9.525	.501		19.011	.000
	SO2	-.226	.024	-.755	-9.403	.000
	BUURT	1.802	.346	.419	5.213	.000
3	(Constant)	10.101	.607		16.628	.000
	SO2	-.217	.030	-.724	-7.269	.000

a. Dependent Variable: OORDEEL

b (5 punten) Hoe valt uit deze output af te lezen dat we te maken hebben met twee parallelle, niet-samenvallende lijnen?

c (5 punten) Wat is op basis van het best passende regressiemodel de schatting voor het verschil tussen betere buurten en overige buurten van het oordeel over de luchtkwaliteit gegeven dat de hoeveelheid SO₂ in beide type wijken gelijk is?

De onderzoeker meende dat er ook nog een inkomenseffect speelde. Daarom nam hij ook de variabele INKOMEN op (het gemiddelde maandinkomen per huishouden in een wijk, uitgedrukt in euro's). Hieronder staan delen van de output: de correlatiematrix en de tabel met de coëfficiënten.

Correlations

		ORDEEL	SO2	BUURT	INKOMEN
Pearson Correlation	ORDEEL	1.000	-.724	.362	.355
	SO2	-.724	1.000	.075	.089
	BUURT	.362	.075	1.000	.966
	INKOMEN	.355	.089	.966	1.000
Sig. (1-tailed)	ORDEEL	.	.000	.005	.006
	SO2	.000	.	.301	.268
	BUURT	.005	.301	.	.000
	INKOMEN	.006	.268	.000	.
N	ORDEEL	50	50	50	50
	SO2	50	50	50	50
	BUURT	50	50	50	50
	INKOMEN	50	50	50	50

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	9.086	.715		12.700	.000
	SO2	-.227	.024	-.760	-9.414	.000
	BUURT	.691	1.333	.161	.519	.606
	INKOMEN	.000	.000	.268	.863	.393

a. Dependent Variable: OORDEEL

d (2 punten) De onderzoeker oordeelde dat gezien de lage waarde van het regressiegewicht voor inkomen, deze variabele uit het model weggelaten kan worden. Wat is daarop je commentaar?

e (3 punten) Op basis van deze analyse lijkt het corrigeren voor een buurteffect en/of een inkomenseffect overbodig. Wat is de verklaring voor het wegvallen van het buurteffect?