



Inspectie van het Onderwijs
*Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap*

TECHNISCH RAPPORT HUISVESTING

Maart 2022

1 Inhoud

1	Inhoud	2
2	Inleiding	3
3	Databronnen, methoden en definities	4
3.1	Databronnen.....	4
3.1.1	<i>Inschrijvingen primair en voortgezet onderwijs</i>	4
3.1.2	<i>LCVS data</i>	4
3.1.3	<i>Schoolleidersvragenlijst</i>	4
3.1.4	<i>CBS locatiegegevens</i>	5
3.1.5	<i>Knmi-daggegevens</i>	5
3.1.6	<i>VO examenrooster rooster: alleen CE1 en geen pilotexamens of bezemexamens</i>	5
3.2	Methoden	5
3.2.1	<i>Beschrijvende statistieken</i>	5
3.2.2	<i>Verschillen in schoolpopulatie</i>	5
3.2.3	<i>Fixed effects analyse</i>	5
3.3	Definities.....	6
3.3.1	<i>Achtergrondgegevens leerlingen</i>	6
3.3.2	<i>Schoolgegevens leerlingen</i>	6
3.3.3	<i>Definities LCVS</i>	6
3.3.4	<i>Huisvesting en inclusief onderwijs</i>	7
3.3.5	<i>Temperatuur</i>	7
4	Verschillen in huisvesting tussen scholen en leerlingen	8
4.1	Koppelen van LCVS aan schoolkenmerken.....	8
4.1.1	<i>Koppeling met schooldata</i>	8
4.1.2	<i>Response rate en aantallen scholen LCVS data</i>	8
4.2	Resultaten	9
4.2.1	<i>PO</i>	9
4.2.2	<i>VO</i>	14
5	Huisvesting en inclusief onderwijs	20
5.1	Aanwezigheid en toegankelijkheid van voldoende voorzieningen en faciliteiten	20
5.2	Mogelijkheden bij een toename van het aantal leerlingen met ondersteuningsbehoeften	21
5.3	Tevredenheid over de mate waarin het schoolgebouw is toegerust voor onderwijs aan leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften.....	22
6	Temperatuur en schoolprestaties	24
6.1	Methode	24
6.2	Analysebestand	25
6.3	Beschrijvende statistieken	25
6.4	Temperatuur tijdens de eindexamens.....	27
6.5	Resultaten temperatuur en schoolprestaties	29
6.6	Robuustheidsanalyses.....	31
6.7	Temperatuur in Nederland.....	33
6.8	Referenties.....	35

2 Inleiding

Dit technisch rapport ligt ten grondslag aan het thema onderwijshuisvesting dat in hoofdstuk 1 van de Staat van het Onderwijs wordt beschreven.

In verschillende rapporten is de afgelopen tijd aandacht besteed aan de kwaliteit van huisvesting van Nederlandse scholen. In het IBO onderwijshuisvesting (Inspectie der Rijksfinanciën, 2021) wordt geconcludeerd dat de kwaliteit van de schoolgebouwen achterblijft bij maatschappelijke verwachtingen, en op plekken niet voldoet aan wettelijke eisen. McKinsey (2020) stelt dat de onderinvestering in onderwijshuisvesting leidt tot slechtere onderwijsomstandigheden, en noemt dit, naast het lerarentekort en de groeiende kansenongelijkheid, als één van de drie landelijke uitdagingen die de Nederlandse onderwijsresultaten verder onder druk zetten. Maar ook de corona-crisis toont de noodzaak voor goede ventilatie aan, en maakt het belang van goede onderwijshuisvesting nog duidelijker. Ongeveer een kwart van de scholen in het primair en voortgezet onderwijs voldoet niet aan de ventilatienormen (Ruimte-OK, 2021). Ook de rapporten van Regioplan (Dekker et al., 2017) de Algemene Rekenkamer (Alberts et al., 2016), Berenschot (2017) en de Gezondheidsraad (2018) trekken de conclusie dat het niet goed gesteld is met de Nederlandse onderwijshuisvesting.

Waar de meest recente rapporten vooral gericht zijn op de ventilatie in scholen en de kwaliteit van gebouwen in relatie tot duurzaamheidseisen, onderzoeken we in dit technisch rapport drie vragen over onderwijshuisvesting waar tot nu toe in Nederland minder over bekend is. De onderzoeksvragen zijn als volgt:

1. Zijn er verschillen in luchtkwaliteit tussen scholen met verschillende leerlingpopulaties?
2. In hoeverre bieden schoolgebouwen in het primair onderwijs mogelijkheden voor inclusief onderwijs?
3. Is er ook in de Nederlandse context een link tussen de temperatuur en de prestaties van leerlingen?

3 Databronnen, methoden en definities

3.1 Databronnen

3.1.1 Inschrijvingen primair en voortgezet onderwijs

De BRON-bestanden bevatten onderwijsregistraties zoals door DUO verkregen van de scholen/instellingen en geleverd aan de Inspectie van het Onderwijs. Deze BRON bestanden zijn door DUO verrijkt tot 1-cijferbestanden.

De BRON-bestanden bevatten op leerlingniveau onder andere gegevens over de school, het bevoegd gezag en de achtergrond van de leerling.

Voor het voortgezet onderwijs bevatten de BRON-bestanden de eindexamencijfers van leerlingen in het vo voor de jaren 2010 tot en met 2019.

Bij de onderzoeken in dit technisch rapport worden de BRON-bestanden gebruikt voor de kenmerken van leerlingpopulaties van scholen voor onderzoeksvraag 1 en 2 en voor de schoolprestaties van leerlingen in het voortgezet onderwijs voor onderzoeksvraag 3.

3.1.2 LCVS data

In het kader van het landelijke onderzoek "Beeld van ventilatie op scholen in het funderend onderwijs in Nederland" (LCVS, 2020) werd door het Landelijk Coördinatieteam Ventilatie op Scholen (LCVS) de ventilatiesituatie op scholen in kaart gebracht. De verzamelde data bevat een momentopname van de luchtverversingscapaciteit danwel de CO₂ concentratie als indicator voor de mate van ventilatie in de scholen. De data zijn in september t/m november 2020 verzameld. Het rapport rapporteert over 7340 schoolgebouwen in alle sectoren van het funderend onderwijs in Nederland. Deze informatie werd aangeleverd door 858 schoolbesturen.

In dit technisch rapport wordt gekeken naar reguliere scholen in de sectoren po en vo (in totaal 6215 gebouwen). Het sbo is in de analyses in dit rapport niet meegenomen. De onderzoekspopulatie wordt nader beschreven in paragraaf 4.1.2. Om onderzoeksvraag 1 en 2 te kunnen beantwoorden is de data verder verrijkt door de schoolweging (basisonderwijs), het percentage apcg-leerlingen (vo) en het percentage leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond aan de data toe te voegen. De focus ligt hierbij op het verband tussen deze populatiekenmerken en het oordeel over de luchtkwaliteit op de scholen.

3.1.3 Schoolleidersvragenlijst

Voor de Staat van het Onderwijs is een vragenlijst uitgezet onder schoolleiders in het reguliere basisonderwijs, inclusief nieuwkomersvoorzieningen. Er zijn 205 schoolleiders benaderd waarvan 187 de complete vragenlijst hebben ingevuld. Dit komt overeen met een response rate van 91,2%. Om de representativiteit van de steekproef te controleren, is de verdeling van de variabelen schoolweging, schoolgrootte en stedelijkheid in de schoolleidersvragenlijstdata vergeleken met de verdeling van deze variabelen in de populatiedata. Er werden hierbij geen significante afwijkingen vastgesteld. In de schoolleidersvragenlijst is een onderdeel opgenomen over huisvesting en mogelijkheden voor inclusief onderwijs. Dit onderdeel bestond uit 11 stellingen over de aanwezigheid en toegankelijkheid van voldoende fysieke voorzieningen en faciliteiten voor leerlingen met extra

ondersteuningsbehoeften. Elke stelling kon met ja of nee beantwoord worden. De resultaten van de andere onderdelen van de schoolleidersvragenlijst worden beschreven in het Technisch Rapport van het hoofdstuk Primair Onderwijs.

3.1.4 *CBS locatiegegevens*

Via CBS opendata-bestanden koppelen we de longitude- en latitude gegevens aan een school.

3.1.5 *Knmi-daggegevens*

Deze dataset bevat temperatuursgegevens van 35 meetstations verspreid over heel Nederland, plus de locatiegegevens van deze meetstations voor de jaren 2010 tot en met 2019. De data zijn verzameld via:

<https://www.daggegevens.knmi.nl/klimatologie/daggegevens>

3.1.6 *VO examenrooster rooster: alleen CE1 en geen pilotexamens of bezemexamens*

We gebruiken een bestand met daarin de roosters van alle examens in tijdvak 1 van het Centraal Eindexamen in de jaren 2010 tot 2019. Pilotexamens, bezemexamens en herkansingen zijn niet meegenomen. In het onderzoek voor deelvraag 3 richten we ons alleen op reguliere eindexamens in het eerste tijdvak. Herkansingen worden niet meegenomen, omdat leerlingen invloed hebben op de keuze voor de herexamens: onder vergelijkbare omstandigheden kiezen sommige leerlingen wel en andere leerlingen niet voor een herkansing. Bij de eindexamens in het eerste tijdvak zijn deze verschillen er niet.

De reden dat pilotexamens niet zijn meegenomen is omdat deze bij een beperkt aantal scholen worden afgenomen om een nieuwe examenvorm uit te proberen of om (een onderdeel van) een vak te vernieuwen. Zulke examens zijn anders dan de reguliere examens. Zie <https://www.examenblad.nl/onderwerp/pilot-examens/2017/vwo>. Bezemexamens worden aangeboden om kandidaten voor de laatste maal te examineren volgens het oude programma bij de invoering van een nieuw examenprogramma. Zie <https://www.examenblad.nl/onderwerp/bezemexamen/2021>.

3.2 **Methoden**

3.2.1 *Beschrijvende statistieken*

In dit technisch rapport wordt gebruik gemaakt van verschillende beschrijvende statistieken, zoals het percentage schoolleiders dat aangeeft dat hun schoolgebouw rolstoeltoegankelijk is.

3.2.2 *Verschillen in schoolpopulatie*

Voor onderzoeksvraag 1 en 2 werd er gekeken of er tussen scholen die wel en niet aan de normen voor binnenluchtkwaliteit voldoen significante verschillen bestaan in het gemiddelde percentage leerlingen met de niet-westerse migratieachtergrond, het gemiddelde percentage leerlingen uit een armoedeprobleemcumulatiegebied (apcg) en de gemiddelde schoolweging. Hiervoor werd de data van het LCVS verrijkt met schoolkenmerken, afkomstig uit de BRON-bestanden (zie 4.1). Voor de analyses werd er afhankelijk van de onderliggende verdeling van de variabelen gebruik gemaakt van de ongepaarde t-toets of de Wilcoxon rank-sum toets als non-parametrisch alternatief en robuustheidscheck.

3.2.3 *Fixed effects analyse*

Om vraag 3 *Is er ook in de Nederlandse context een link tussen de temperatuur en de prestaties van leerlingen?* te beantwoorden maken we gebruik van regressieanalyses met leerling fixed effects. We onderzoeken in hoeverre dezelfde

leerling beter of slechter presteert wanneer de buitentemperatuur bij het eindexamen hoger of lager is. Deze onderzoeksmethode wordt uitgebreider toegelicht in paragraaf 6.1.

3.3 Definities

3.3.1 Achtergrondgegevens leerlingen

3.3.1.1 Migratieachtergrond

De migratieachtergrond van leerlingen wordt bepaald op basis van zijn/haar geboorteland en de geboortelands van zijn/haar juridische ouders. Leerlingen worden in 3 categorieën ingedeeld: leerlingen zonder migratieachtergrond, leerlingen met een westerse migratieachtergrond en leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond van de eerste en tweede generatie.

3.3.1.2 Geslacht

Het geslacht van de leerling is weergegeven als jongen of meisje.

3.3.2 Schoolgegevens leerlingen

3.3.2.1 Inschrijvingsjaar

Het kalenderjaar waarin op teldatum 1 oktober unieke (hoofd)inschrijvingen worden geteld.

3.3.2.2 Schoolweging

De schoolweging loopt van 20 tot 40. Hoe lager de schoolweging, hoe minder complex de leerlingenpopulatie en hoe hoger de resultaten die we van de school mogen verwachten. De frequentieverdeling is redelijk normaal verdeeld. Er zijn relatief weinig scholen met een lage schoolweging en relatief weinig scholen met een hoge schoolweging. De meeste scholen hebben een schoolweging rond het gemiddelde, dat iets onder 30 ligt.

3.3.2.3 APCG

De apcg-toekenning (armoedeprobleem-cumulatie-gebied) wordt jaarlijks door het CBS berekend in het kader van het Regionaal Inkomensonderzoek (RIO). Een apc-gebied is een postcodegebied waarin zowel het percentage huishoudens met lage inkomens, als het percentage huishoudens met een uitkering én het percentage niet-westerse allochtonen hoger ligt dan 80 procent van alle postcodegebieden in Nederland.

3.3.2.4 Eindexamencijfer

We gebruiken de cijfers van leerlingen op het Centraal Schriftelijk Eindexamen, omdat het CSE voor alle leerlingen gelijk is. We analyseren de eindexamens van mei 2010 tot mei 2019.

3.3.3 Definities LCVS

Het oordeel over de kwaliteit van de binnenlucht beschrijft of het schoolgebouw aan de normen rond luchtverversing voldoet die voortkomen uit het bouwbesluit en aanvullende richtlijnen. Het LCVS geeft aan dat een schoolgebouw voldoet aan het bouwbesluit en de aanvullende richtlijnen als de luchtventilatie in een volle onderwijsruimte presteert volgens:

- Bestaande bouw voor 2012: 1200ppm CO₂ (luchtverversingscapaciteit van 6dm³/sec/persoon)
- Nieuwbouw vanaf 2012: 950ppm CO₂ (luchtverversingscapaciteit van 8,5dm³/sec/persoon)

3.3.4 *Huisvesting en inclusief onderwijs*

In de schoolleidersvragenlijst primair onderwijs zijn vragen gesteld over de mate waarin schoolgebouwen geschikt zijn om onderwijs te bieden aan leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften. Leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften zijn in deze vragenlijst gedefinieerd als leerlingen die op dit moment extra ondersteuning krijgen en leerlingen die nu in het speciaal (basis)onderwijs les krijgen. Extra ondersteuning is gedefinieerd als leerlingen:

- onvoldoende hebben aan de basisondersteuning die de school kan bieden
- (in beginsel) een ontwikkelingsperspectief (OPP) hebben
- een bepaalde periode extra ondersteuning krijgen, mogelijk in de vorm van een arrangement, waarin doelen en middelen zijn gekoppeld die voor passend onderwijs worden ingezet.

In de vragenlijst is benadrukt dat de vragen betrekking hebben op de geschiktheid van het schoolgebouw, en niet gaan over de personele implicaties van het lesgeven aan leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften.

3.3.5 *Temperatuur*

Voor temperatuur wordt gebruik gemaakt van gegevens van het knmi. De definities zijn:

- gemiddelde temperatuur: etmaalgemiddelde van de temperatuur (in 0,1 graden Celsius)
- de maximumtemperatuur (in 0,1 graden Celsius)
- de minimumtemperatuur (in 0,1 graden Celsius)

4 Verschillen in huisvesting tussen scholen en leerlingen

Voor onderzoeksvraag 1 is onderzoek gedaan naar verschillen in huisvesting tussen scholen en leerlingen. We onderzoeken in hoeverre er verschillen zijn in luchtkwaliteit tussen scholen met verschillende leerlingpopulaties. Hiervoor wordt vooral gebruik gemaakt van gegevens uit de uitvraag van het LCVS.

4.1 Koppelen van LCVS aan schoolkenmerken

In het volgende deel wordt verder ingegaan op de LCVS data en de koppeling hiervan aan kenmerken van de leerlingpopulatie van scholen.

4.1.1 *Koppeling met schooldata*

Voor de koppeling van de LCVS data aan de schoolweging (basisonderwijs), het percentage apcg-leerlingen (vo) en het percentage leerlingen met niet-westerse migratie-achtergrond per school (po en vo) wordt het brinvest nummer van de school gebruikt. Bij de genoemde indicatoren gaat het om indicatoren op schoolniveau, terwijl het oordeel over de kwaliteit van de binnenlucht betrekking heeft op een individueel schoolgebouw. Eén school (brinvest) kan meerdere schoolgebouwen hebben. In de analyses is hiermee rekening gehouden door de data op geaggregeerd schoolniveau te analyseren.

4.1.2 *Response rate en aantallen scholen LCVS data*

Zoals eerder vermeld, richt zich dit rapport alleen op het (reguliere) basisonderwijs en voortgezet onderwijs. Daarnaast zijn alleen schoolgebouwen meegenomen in de analyses waarvoor de informatie over de uitvoering van de meting van de luchtkwaliteit beschikbaar was. Deze informatie bevat een van drie mogelijke waarden: "Uitgevoerd en voldoet", "Uitgevoerd en voldoet niet", "Niet uitgevoerd". Schoolgebouwen waarvoor deze waarde ontbrak, bijvoorbeeld doordat de survey door het bestuur niet (voor elk gebouw) werd afgerond, worden verwijderd. Een derde voorwaarde was dat een correct brinvest nummer voorhanden was en koppeling met de schoolkenmerken mogelijk was. Uiteindelijk kon informatie over 6215 schoolgebouwen gekoppeld worden (bao: 5075; vo: 1140), afkomstig van 4816 basisscholen en 1042 vo-scholen.

Voor een klein aantal scholen met meerdere gebouwen kwam het voor dat een school per gebouw tot verschillende oordelen over de luchtkwaliteit kwam. Dit was het geval bij 19 basisscholen en 12 vo scholen. In dit geval werd ervoor gekozen om een analyses twee keer uit te voeren waarbij de betreffende scholen telkens aan de verschillende uitkomsten werden toegewezen ("Uitgevoerd en voldoet"/ "Uitgevoerd en voldoet niet"). Deze twee analyses leverden dezelfde resultaten op. In het geval van meerdere responses voor hetzelfde schoolgebouw is er ook gecontroleerd op welk moment elke response geregistreerd werd. In deze situatie was er bijvoorbeeld sprake van een verandering in de status van de meting van "Niet uitgevoerd" naar "Uitgevoerd en voldoet" of "Uitgevoerd en voldoet niet". Hier werd dan voor de meest recente response gekozen.

Tabel 4.1 toont de verdeling van de scholen per sector en uitkomst meting. Voor het jaar 2020 komt dit in Nederlands neer op 6249 actieve vestingen in het reguliere basisonderwijs en 1441 actieve vestingen in het vo. 4726 basis- en 1042 vo scholen hebben op het verzoek van het LCVS gereageerd om aan het onderzoek mee te doen en leverden bovendien data aan die aan de eerder genoemde criteria voldeed. Dit komt neer op een percentage van 75,6% (basisonderwijs) en 72,3% (vo). Het percentage scholen dat zowel heeft deelgenomen aan de inventarisatie van het

LCVS en hiernaast ook de meting van de kwaliteit van de binnenlucht per school heeft uitgevoerd is echter duidelijk lager (basisonderwijs: 38,6%; vo: 49,5%).

Tabel 4.1: Meting kwaliteit van de binnenlucht per school

	PO		VO	
	%	n	%	n
Niet deelgenomen aan inventarisatie of ontbrekende informatie	24,4	1.523	27,7	399
Meting niet uitgevoerd	37,0	2.314	22,9	330
Uitgevoerd en voldoet	29,2	1.827	38,7	557
Uitgevoerd en voldoet niet	9,4	585	10,8	155
Totaal		6.249		1.441

Ruimte-OK (2021) concludeert op basis van gegevens vanuit de dataverzameling van het LCVS dat ongeveer een kwart van de scholen in het primair en voortgezet onderwijs niet aan de ventilatienormen voldoet. Tabel 4.1 toont een vergelijkbare conclusie voor het reguliere basisonderwijs en voortgezet onderwijs. Hiervoor wordt er ingezoomd op de groep scholen die heeft deelgenomen aan de inventarisatie van het LCVS en vervolgens ook de meting van de luchtkwaliteit heeft uitgevoerd (bao: $n = 2412$, vo = 712). Hierbij gaat het dus om de subgroep bao en vo scholen voor wie daadwerkelijk bekend is of ze aan de normen van luchtkwaliteit voldoen.

4.2 Resultaten

4.2.1 PO

Allereerst wordt er voor de basisscholen gecontroleerd of door de non-response bepaalde bias geïntroduceerd is. Hiervoor is er gekeken naar het verschil in schoolweging en percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond tussen de scholen die wel en niet aan de inventarisatie van het LCVS hebben deelgenomen.

Deze vergelijking werd op twee manieren uitgevoerd. Bij de eerste vergelijking werd de groep scholen die aan het onderzoek heeft deelgenomen gedefinieerd als alle scholen die hadden gereageerd op het verzoek van het LCVS, ongeacht of ze de luchtkwaliteit hebben gemeten of niet. Bij de tweede vergelijking omvatte deze groep alleen scholen die de meting ook daadwerkelijk hebben uitgevoerd.

Voor de vergelijking van scholen in het reguliere basisonderwijs worden de groepen in onderstaand stuk steeds op basis van twee uitkomstmaten met elkaar vergeleken: de schoolweging per school en het percentage van leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond. Voor de vergelijking van de gemiddelde schoolweging wordt gebruik gemaakt van de ongepaarde t-toets. Voor de vergelijking van het percentage leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond maken we bovendien gebruik van de Wilcoxon rank-sum toets als non-parametrisch alternatief en robuustheidscheck. Er werd hiervoor gekozen doordat scholen met een laag percentage sterk oververtegenwoordigd zijn en er ook geen sprake van een normale verdeling is in de gehele populatie van alle reguliere basisscholen.

Wanneer er wordt gekeken naar de eerste vergelijking waarbij de groep scholen die niet heeft deelgenomen aan de inventarisatie (schoolweging: $n = 1501$; $M = 29,6$; $SD = 4,26$; percentage migratieachtergrond: $n = 1523$; $M = 18,5$; $SD = 20,5$) wordt vergeleken met de groep scholen die wel heeft deelgenomen (schoolweging: $n = 4726$; $M = 29,9$; $SD = 3,76$; percentage migratieachtergrond: $n = 4726$; $M = 16,6$;

$SD = 18,3$), constateren we significante verschillen in schoolweging ($t(2290,7) = 2,384, p < 0,05$; Figuur 4.1) en in het percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond ($t(2386,3) = -3,181, p < 0,01; W = 3465852, p < 0,05$; Figuur 4.2). Deze verschillen blijven echter niet significant zodra de groep "Niet deelgenomen aan inventarisatie of ontbrekende informatie" en "Meting niet uitgevoerd" worden samengevoegd (schoolweging: $t(6225) = 1,613, p = 0,11$; percentage migratieachtergrond: $t(6247) = 0,523, p = 0,60; W = 4560844, p = 0,34$; Figuur 4.3 en 4.4). Dit duidt erop dat de groep basisscholen die de meting van de luchtkwaliteit heeft uitgevoerd representatief is qua percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond en schoolweging voor de hele populatie van basisscholen in Nederland.

Fig. 4.1 Verdeling schoolweging in het reguliere bao i.c.m. deelname inventarisatie en meting



Fig. 4.2 Verdeling percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond in het reguliere bao i.c.m. deelname inventarisatie

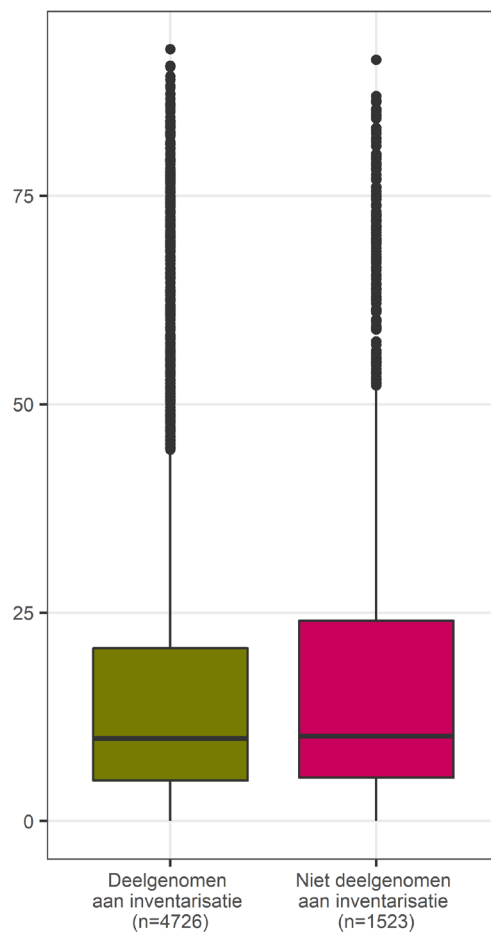


Fig. 4.3 Verdeling schoolweging in het reguliere bao i.c.m. deelname inventarisatie en meting

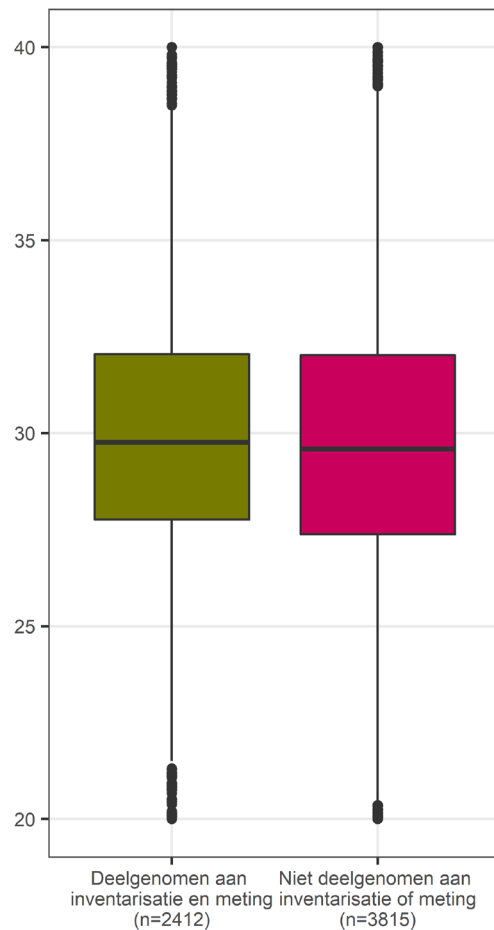
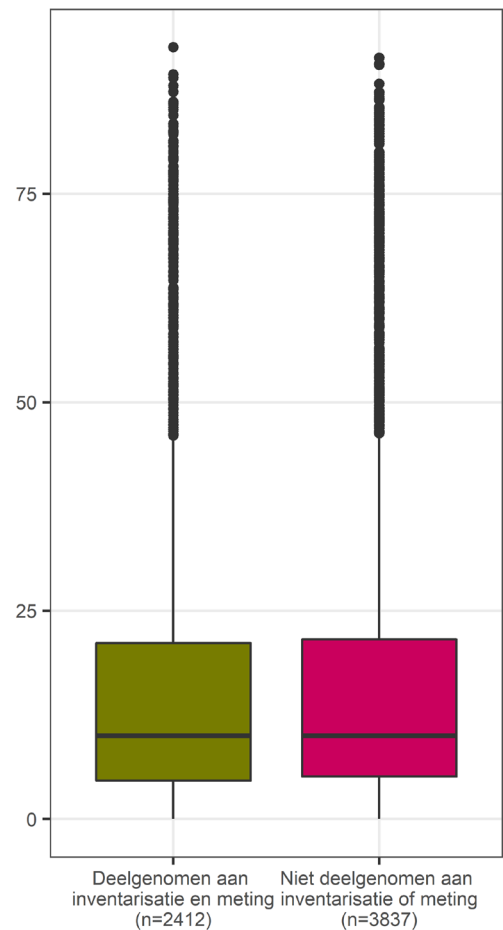


Fig. 4.4 Verdeling percentage leerlingen met niet westerse migratieachtergrond in het reguliere bao i.c.m. deelname inventarisatie en meting



In de volgende stap beschouwen we alleen de basisscholen die deel hebben genomen aan de inventarisatie van het LCVS. Hierbij kijken we eerst naar de verdeling van de schoolweging (Figuur 4.5) en het percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond (Figuur 4.6) voor de groep scholen die de meting van de luchtkwaliteit wel en niet hebben uitgevoerd. Hiervoor werden de categorieën "Uitgevoerd en voldoet" en "Uitgevoerd en voldoet niet" samengevoegd tot een groep.

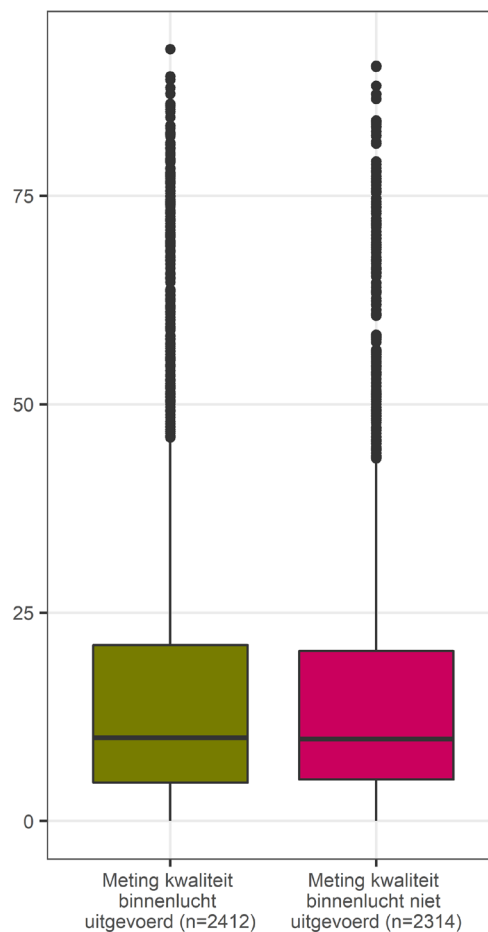
De schoolweging van de groep scholen die de meting niet had uitgevoerd ($n = 2314$; $M = 29,9$; $SD = 3,67$) bleek gemiddeld nauwelijks te verschillen van de schoolweging van de van de groep scholen die de meting wel hadden uitgevoerd ($n = 2412$; $M = 30,0$; $SD = 3,85$). Dit verschil was niet significant: $t(4724) = 0,549$, $p = 0,583$).

Ook voor het percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond (meting niet uitgevoerd: $n = 2314$; $M = 16,0$; $SD = 17,1$; meting uitgevoerd: $n = 2412$; $M = 17,2$; $SD = 19,3$) bleek het verschil tussen de twee groepen niet significant na uitvoering van de robuustheidscheck ($t(4692,4) = 2,334$, $p < 0,05$; $W = 2790048$, $p = 0,989$).

Fig. 4.5 Verdeling schoolweging in het reguliere bao i.c.m. uitvoering meting luchtkwaliteit



Fig. 4.6 Verdeling percentage leerlingen met niet westerse migratieachtergrond in het reguliere bao i.c.m. uitvoering meting luchtkwaliteit



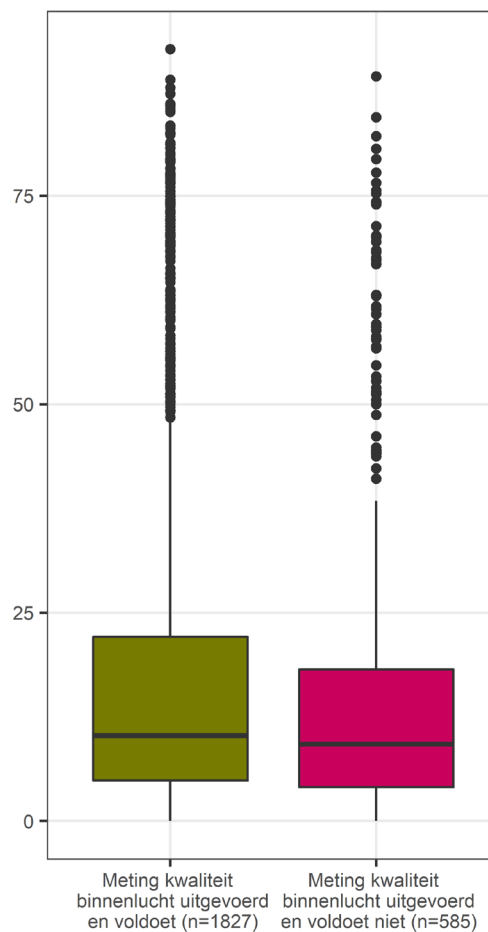
Wanneer de groep bao scholen die de meting heeft uitgevoerd weer wordt uitgesplitst in "Uitgevoerd en voldoet" ($n = 1827$; $M = 30,01$; $SD = 3,90$) en "Uitgevoerd en voldoet niet" ($n = 585$; $M = 29,81$; $SD = 3,68$) kunnen er geen significante verschillen in schoolweging tussen de twee groepen worden vastgesteld ($t(2410) = 1,084$, $p = 0,27$; Figuur 4.7). Er blijken dus geen verschillen in schoolweging tussen basisscholen die wel en niet voldoen aan de normen voor kwaliteit voor de binnenlucht. Basisscholen die niet voldoen aan de ventilatienormen hebben geen zwaardere of minder zware schoolweging dan scholen die wel voldoen aan de ventilatienormen.

Wanneer er wordt gekeken naar het percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond (Figuur 4.8), is het verschil tussen de twee groepen wel significant ($t(1079,9) = 2,697$, $p < 0,01$; $W = 570996$, $p < 0,05$). Op bao scholen waar de luchtkwaliteit aan de gestelde normen voldoet stonden gemiddeld iets meer leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond ingeschreven ($n = 1827$; $M = 17,8$; $SD = 19,7$) dan op scholen die niet aan de normen voldoen ($n = 585$; $M = 15,4$; $SD = 17,8$).

Fig. 4.7 Verdeling schoolweging in het reguliere bao per uitkomst meting



Fig. 4.8 Verdeling percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond in het reguliere bao per uitkomst meting



4.2.2

VO

Voor de analyse van het gemiddelde percentage apgc-leerlingen en percentage leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond op de vo scholen volgen wij dezelfde stappen als voor de analyse van de basisscholen. Allereerst wordt er gecontroleerd of door de non-response bepaalde bias geïntroduceerd is. Hiervoor is er gekeken naar het verschil in het percentage apgc-leerlingen tussen de scholen die wel en niet aan de inventarisatie van het LCVS hebben deelgenomen. Net zoals voor de basisscholen is dit op de twee eerder genoemde manieren gedaan.

Wanneer er wordt gekeken naar de verdeling van de percentages apgc-leerlingen (Figuur 4.9 en 4.11) voor de groep scholen die wel en niet hebben deelgenomen aan de inventarisatie, valt op dat beide groepen scheef verdeeld zijn doordat scholen met een laag percentage apgc-leerlingen sterk oververtegenwoordigd zijn. Voor alle onderstaande vergelijkingen van percentages apgc werd er daarom net zoals bij de vergelijkingen van de percentages van leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond naast de ongepaarde t-toets ook gebruik gemaakt van de Wilcoxon rank-sum toets als non-parametrisch alternatief en robuustheidscheck.

De toets laat zien dat er tussen de groep vo scholen die niet heeft deelgenomen aan de inventarisatie (percentage apgc: $n = 399$; $M = 24,2$; $SD = 23,4$; percentage migratieachtergrond: $n = 399$; $M = 26,7$; $SD = 23,4$) en de groep scholen die wel heeft deelgenomen (percentage apgc: $n = 1042$; $M = 20,4$; $SD = 24,2$; percentage

migratieachtergrond: $n = 1042$; $M = 20,9$; $SD = 19,9$) een significant verschil in het percentage leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond bestaat ($t(630,24) = -4,44$, $p < 0,001$; $W = 176740$, $p < 0,001$; Figuur 4.10). Voor het percentage apcg-leerlingen was dit verschil niet significant na uitvoering van de robuustheidscheck ($t(659,45) = -2,49$, $p < 0,05$; $W = 196218$, $p = 0,099$; Figuur 4.9). Deze uitkomst blijft ook bestaan wanneer de groepen "Niet deelgenomen aan inventarisatie of ontbrekende informatie" en "Meting niet uitgevoerd" worden samengevoegd (percentage apcg: $t(1436,1) = -2,23$, $p < 0,05$; $W = 247070$, $p = 0,115$; percentage migratieachtergrond: $t(1436,2) = -3,92$, $p < 0,001$; $W = 222099$, $p < 0,001$; Figuur 4.11 en 4.12).

Er kan dus worden geconcludeerd dat, anders dan in het reguliere basisonderwijs, in het reguliere vo voornamelijk scholen met een iets lager percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond aan de inventarisatie van het LCVS hebben deelgenomen. Wanneer er echter wordt gekeken naar het percentage leerlingen uit een armoedeprobleemcumulatiegebied, is er geen sprake meer van significante verschillen tussen de groepen.

Fig. 4.9 Verdeling percentage apcg-leerlingen in het reguliere vo i.c.m. deelname inventarisatie

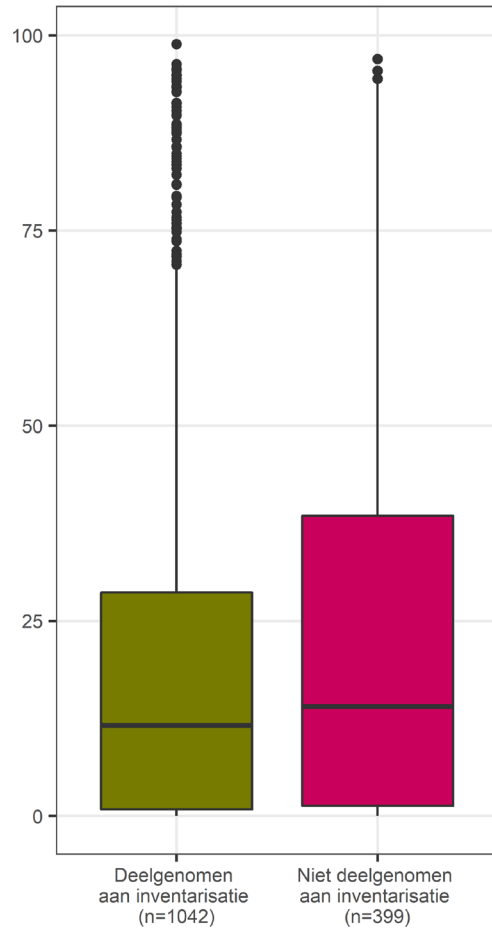


Fig. 4.10 Verdeling percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond in het reguliere vo i.c.m. deelname inventarisatie

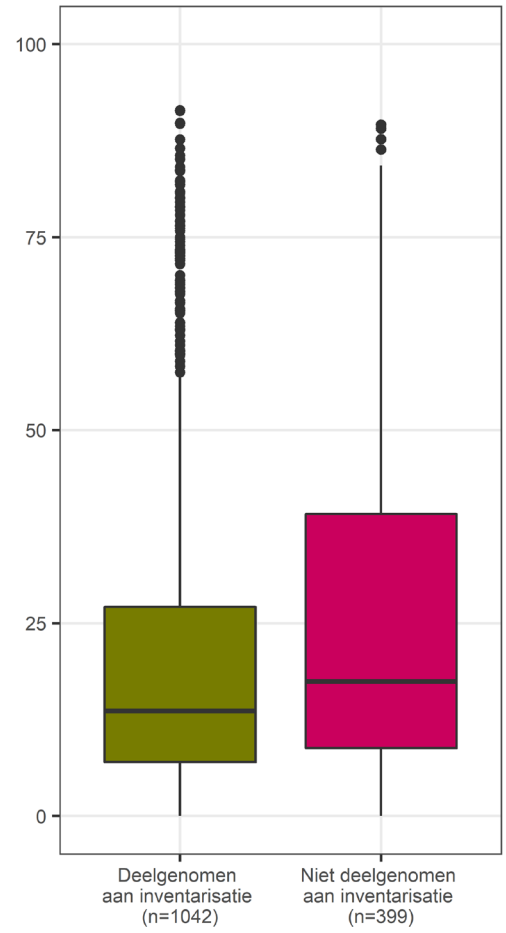


Fig. 4.11 Verdeling percentage apcg-leerlingen in het reguliere vo i.c.m. deelname inventarisatie en meting

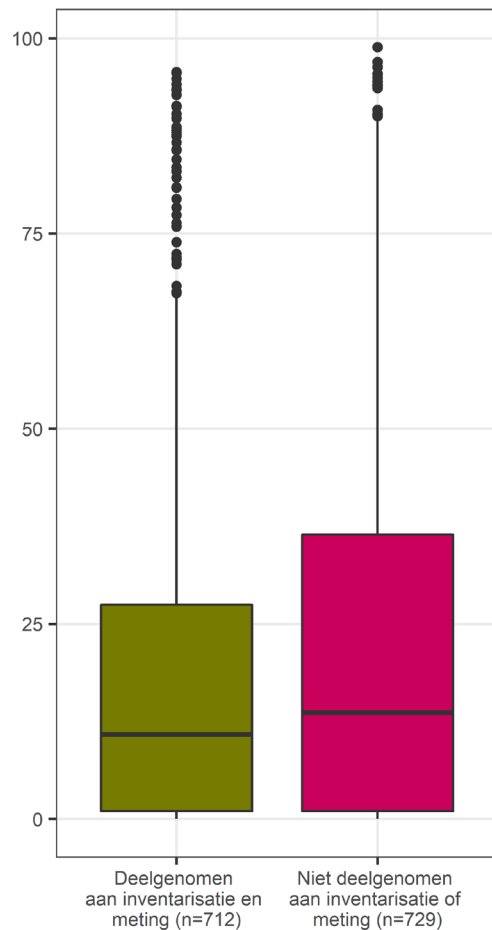
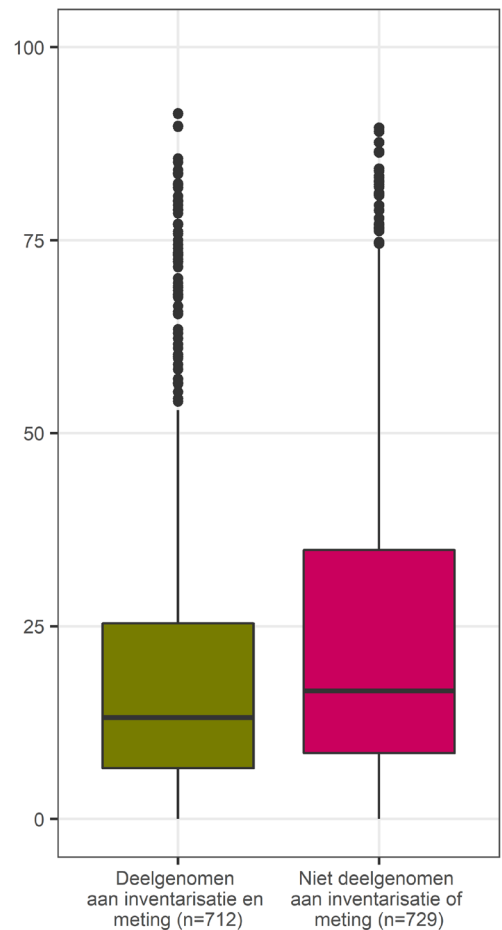


Fig. 4.12 Verdeling percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond in het reguliere vo i.c.m. deelname inventarisatie en meting



Wordt er alleen naar de vo scholen gekeken die deelgenomen hebben aan de inventarisatie is te zien dat op scholen die de meting niet hadden uitgevoerd gemiddeld een iets hoger percentage apcg-leerlingen ($n = 330$; $M = 21,36$; $SD = 24,4$) zit dan op scholen die de meting wel hadden uitgevoerd ($n = 712$; $M = 19,95$; $SD = 24,1$). Hierbij was er echter geen sprake meer van een significant verschil: $t(1040) = -0,872$, $p = 0,383$; $W = 114191$, $p = 0,467$; Figuur 4.13).

Wordt voor dezelfde groepen het gemiddelde percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond vergeleken, is te zien dat scholen die op het verzoek voor deelname hebben gereageerd en de meting ook daadwerkelijk hebben uitgevoerd ($n = 712$; $M = 20,3$; $SD = 20,3$) gemiddeld een iets lager percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond hebben ($t(1040) = -1,33$, $p = 0,182$; $W = 105298$, $p < 0,01$) dan scholen die op het verzoek hebben gereageerd maar de meting uiteindelijk niet hebben uitgevoerd ($n = 330$; $M = 22,1$; $SD = 19,1$; Figuur 4.14).

Fig. 4.13. Verdeling percentage percentage apcg-leerlingen in het reguliere vo i.c.m. uitvoering meting

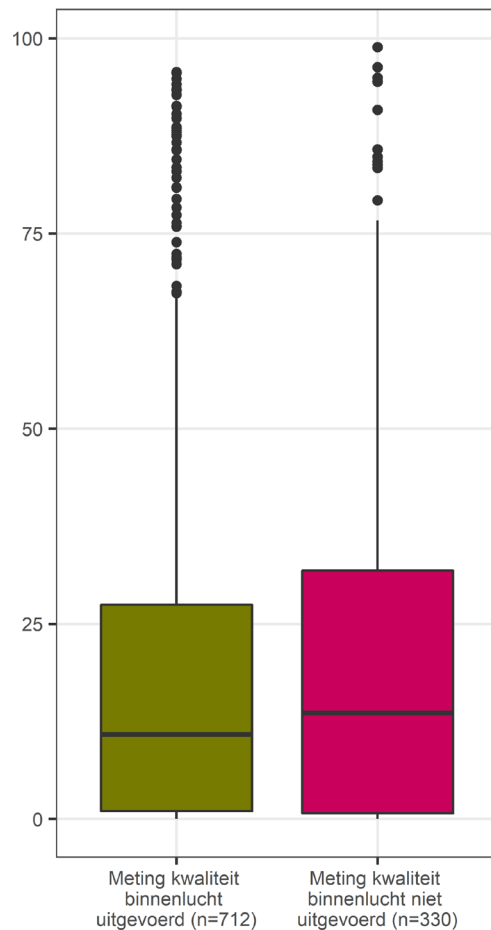
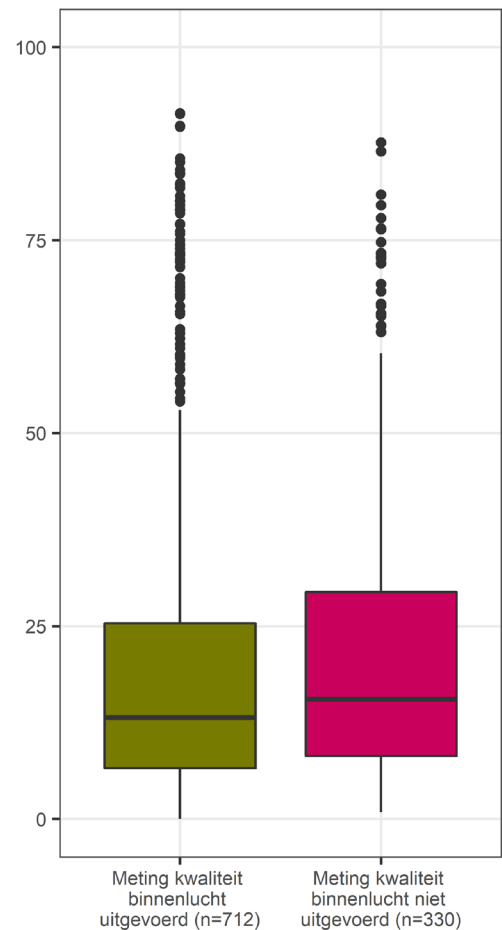


Fig. 4.14 Verdeling percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond in het reguliere vo i.c.m. uitvoering meting



Zodra er verder wordt ingezoomd op alleen de groep vo scholen die de meting had uitgevoerd en deze wordt uitgesplitst in de groepen "Uitgevoerd en voldoet" en "Uitgevoerd en voldoet niet" wordt er een significant verschil in het percentage apcg-leerlingen zichtbaar ($t(294,68) = 2,855$, $p < 0,01$; $W = 47733$, $p < 0,05$; Figuur 4.15). De groep scholen die qua meting wel voldoet ($n = 557$; $M = 21,16$; $SD = 24,9$) had gemiddeld genomen een hoger percentage met apcg-leerlingen dan de groep scholen waarop de kwaliteit van de binnenlucht onvoldoende was ($n = 155$; $M = 15,60$; $SD = 20,4$).

Vergelijkbare resultaten kunnen worden gezien wanneer er naar het percentage leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond wordt gekeken ($t(284,732) = 2,589$, $p < 0,05$; $W = 48889$, $p < 0,05$; Figuur 4.16). Gemiddeld hadden de scholen die wel aan de normen voor luchtkwaliteit voldoen een iets hoger percentage leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond ($n = 557$; $M = 21,2$; $SD = 20,9$) dan de scholen die hieraan niet voldoen ($n = 155$; $M = 16,9$; $SD = 17,7$).

Uit de resultaten van deze analyse blijkt dus dat scholen waarop de luchtkwaliteit voldoende is relatief meer apcg-leerlingen en leerlingen met een niet-westerse migratieachtergrond hebben dan scholen waarop de luchtkwaliteit onvoldoende is.

Fig. 4.15 Verdeling percentage apcg-leerlingen in het reguliere vo per uitkomst meting

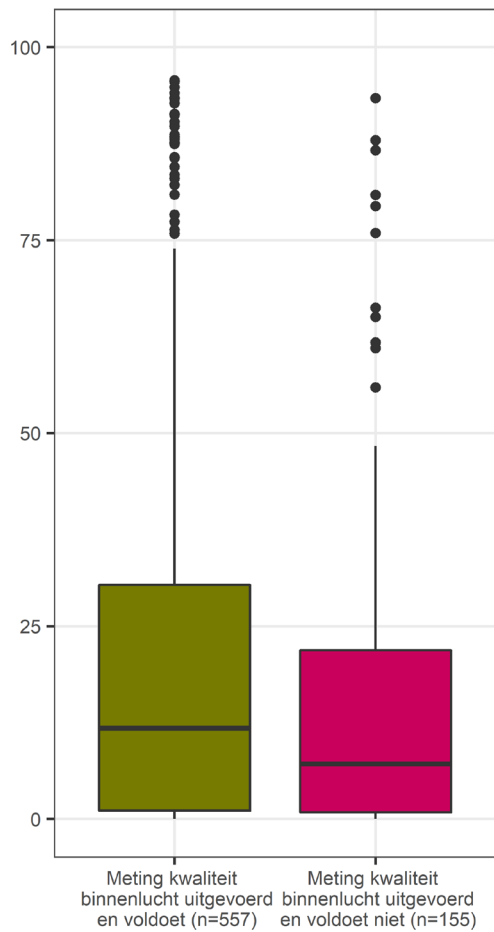
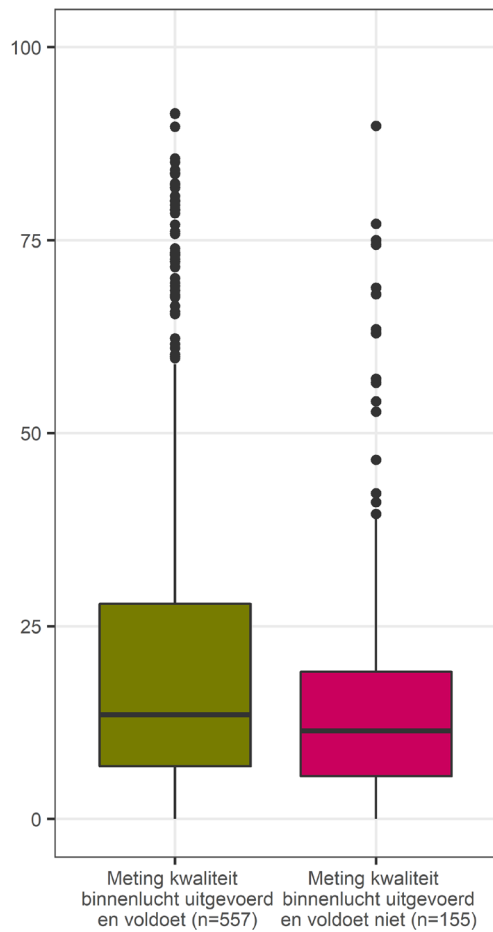


Fig. 4.16 Verdeling percentage leerlingen met niet-westerse migratieachtergrond in het reguliere vo per uitkomst meting



5 Huisvesting en inclusief onderwijs

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de vragen uit de schoolleidersvragenlijst over huisvesting en leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften in het basisonderwijs besproken.

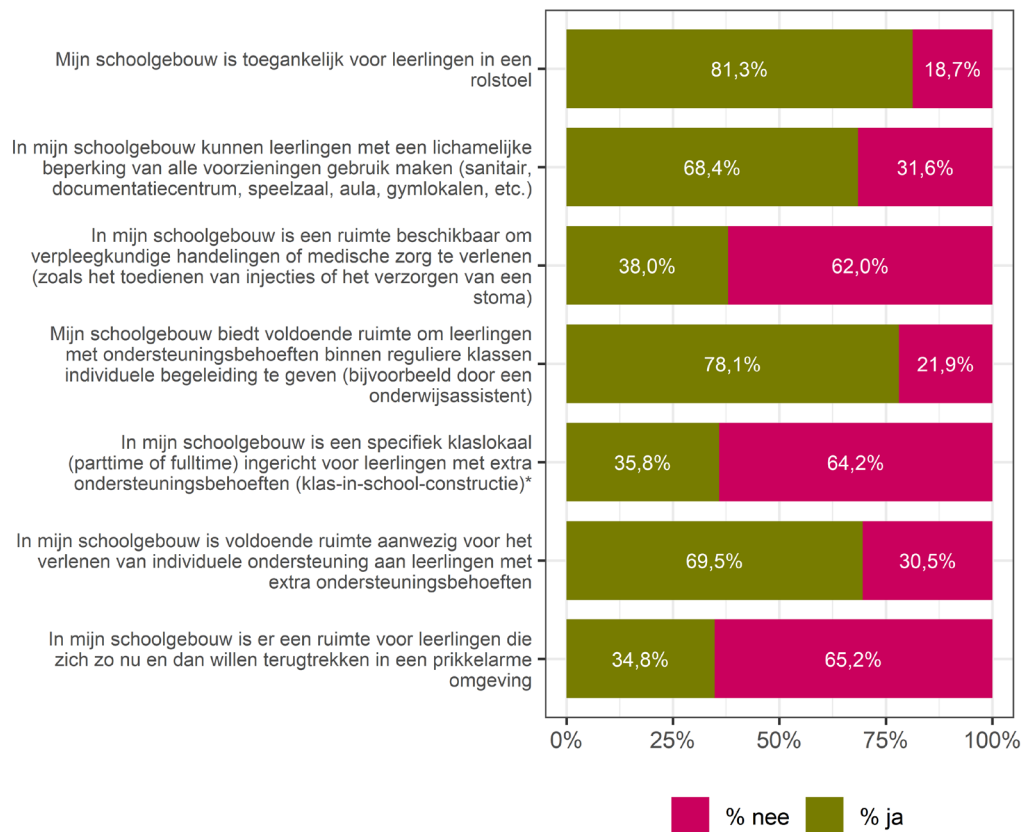
5.1 Aanwezigheid en toegankelijkheid van voldoende voorzieningen en faciliteiten

De eerste 7 stellingen gaan in op de beschikbaarheid en toegankelijkheid van de faciliteiten van het schoolgebouw (Figuur 5.1).

Een groot deel van de schoolleiders (81%) gaf aan dat het schoolgebouw toegankelijk is voor leerlingen in een rolstoel. Verder is er in het merendeel van de schoolgebouwen voldoende ruimte om leerlingen met ondersteuningsbehoeften binnen reguliere klassen individueel te begeleiden (78%) of is er voldoende ruimte aanwezig voor het verlenen van individuele ondersteuning (70%). Daarnaast geven 68% van de schoolleiders aan dat alle voorzieningen en faciliteiten in het schoolgebouw toegankelijk zijn voor leerlingen met een lichamelijke beperking.

Hier tegenover staat dat er in duidelijk minder schoolgebouwen ruimtes beschikbaar zijn die geschikt zijn om verpleegkundige handelingen of medische zorg te verlenen (38%), of als prikkelarme omgeving kunnen dienen voor leerlingen die zich terug willen trekken (35%). 36% van de schoolleiders geeft daarnaast aan te beschikken over een specifiek klaslokaal dat is ingericht voor leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften, een klas-in-school constructie. Hierbij moet echter worden vermeld dat dit laatste percentage duidelijk hoger ligt dan verwacht kan worden op basis van kennis over het onderwijsveld. Het lijkt erop dat deze stelling vatbaar was voor verschillende interpretaties, wat vragen oproept over de validiteit van de stelling.

Fig. 5.1 Faciliteiten van het schoolgebouw



Aantal respondenten: 187

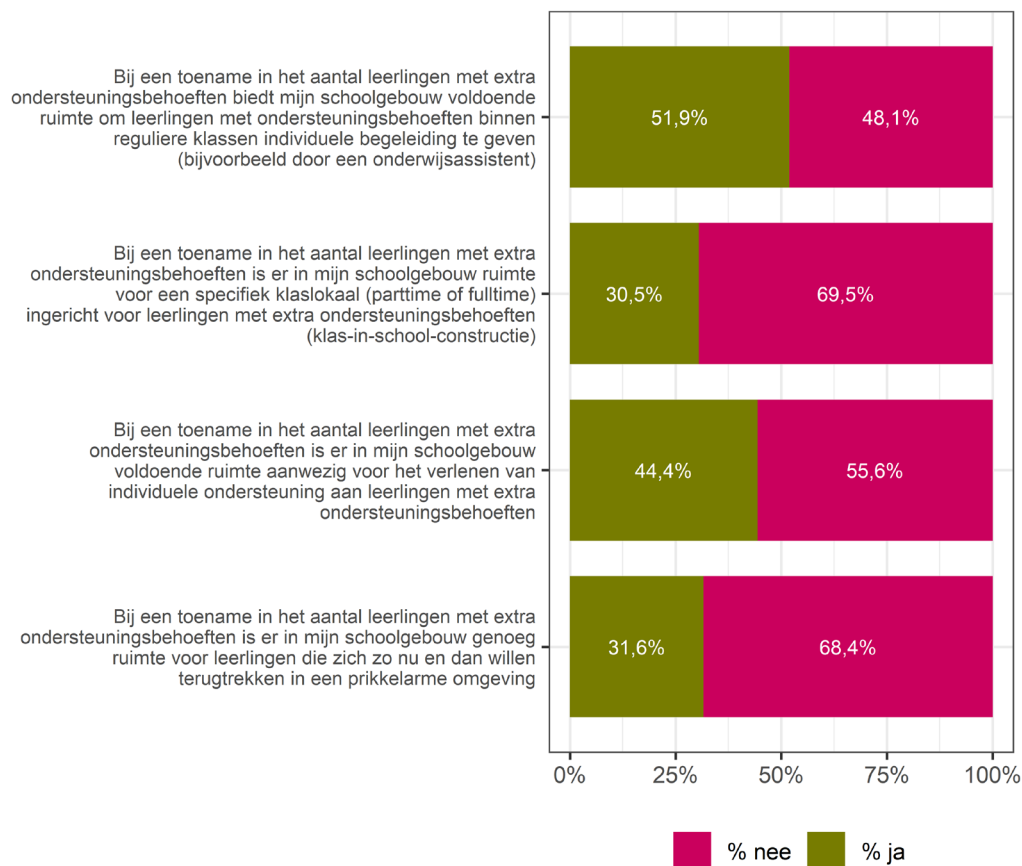
*Het percentage in stelling 5 (klas-in-schoolconstructie) is opvallend hoog. Het lijkt erop dat deze stelling vatbaar was voor verschillende interpretaties.

5.2 Mogelijkheden bij een toename van het aantal leerlingen met ondersteuningsbehoeften

De schoolleiders zijn ook gevraagd naar de mogelijkheden van het schoolgebouw bij een toename van het aantal leerlingen met ondersteuningsbehoeften (Figuur 5.2). Iets meer dan de helft (52%) van de schoolleiders geeft aan dat het schoolgebouw voldoende mogelijkheden biedt om meer leerlingen individueel te kunnen begeleiden. In 44% van de gevallen zou er nog steeds voldoende ruimte aanwezig zijn voor het verlenen van individuele ondersteuning aan leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften.

De beschikbaarheid van ruimtes voor verpleegkundige handelingen en om medische zorg te verlenen zou bij een toename van het aantal leerlingen met ondersteuningsbehoeften volgens de schoolleiders in ongeveer een derde van de schoolgebouwen voldoen (31%). Hetzelfde geldt voor de beschikbaarheid van een prikkelarme omgeving (32%).

Fig. 5.2 Mogelijkheden bij een toename van het aantal leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften

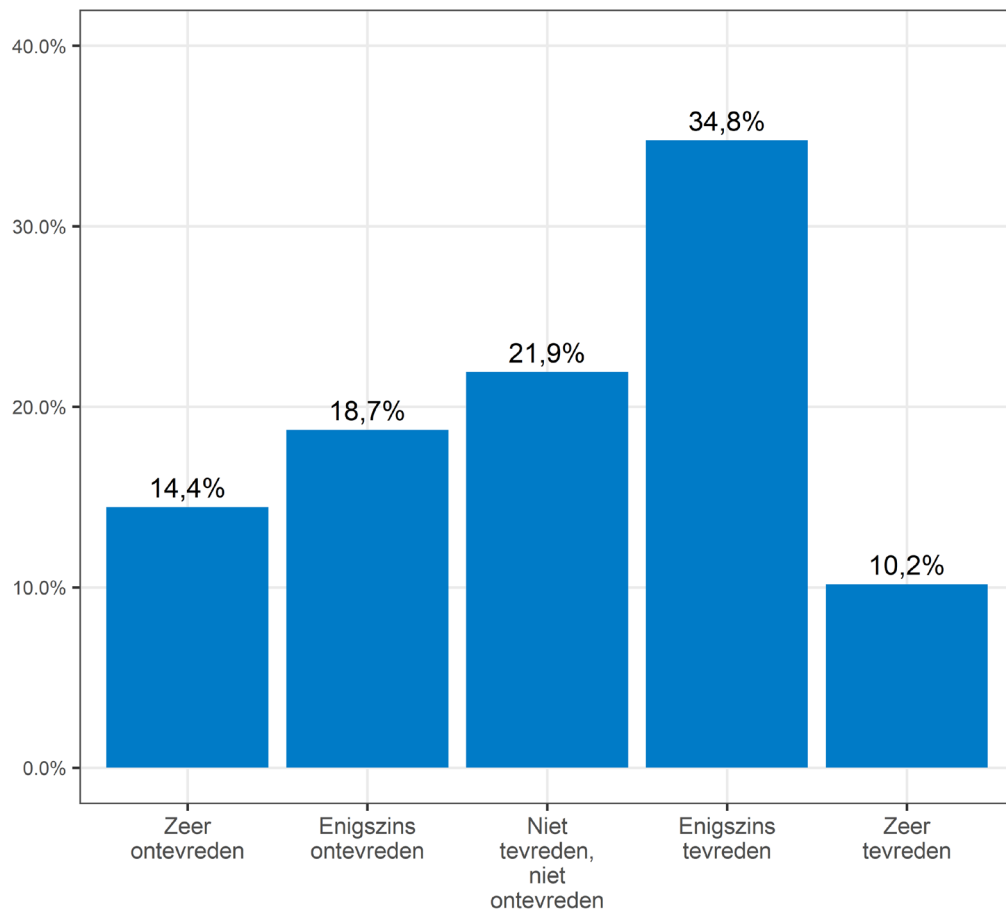


Aantal respondenten: 187

5.3 Tevredenheid over de mate waarin het schoolgebouw is toegerust voor onderwijs aan leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften

Op de vraag hoe tevreden men is over de mate waarin het schoolgebouw is toegerust voor onderwijs aan leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften (Figuur 5.3) reageerden 45% van de schoolleiders positief (enigszins tevreden of zeer tevreden) terwijl 33% van de ondervraagden hierover enigszins of zeer ontevreden was. 22% gaf aan noch te tevreden noch ontevreden te zijn.

Fig. 5.3 Hoe tevreden bent u over de mate waarin uw schoolgebouw nu is toegerust voor onderwijs aan leerlingen met extra ondersteuningsbehoeften?



Aantal respondenten: 187

6 Temperatuur en schoolprestaties

6.1 Methode

In dit hoofdstuk wordt onderzocht in hoeverre de schoolprestaties van leerlingen worden beïnvloed door verschillen in temperatuur. Uit verschillende internationale onderzoeken blijkt dat leerlingen slechter presteren bij hoge temperaturen (e.g. Park et al., 2020, 2021; Park, 2020). Omdat klimaatmodellen voorspellen dat Nederland de komende jaren te maken zal krijgen met hetere zomers (KNMI, 2015), is ook de temperatuur in schoolgebouwen een relevant onderdeel van een aangenaam binnenklimaat. In dit hoofdstuk wordt onderzocht in hoeverre de buitentemperatuur ook in Nederland effect heeft op de schoolprestaties van leerlingen.

Om het effect van (buiten)temperatuur op de hoogte van het centraal examencijfer van leerlingen in het voortgezet onderwijs te onderzoeken, maken we gebruik van leerling fixed effects modellen. In het voortgezet onderwijs volgen leerlingen meerdere vakken, waarvan de examens op verschillende dagen worden afgenomen. Leerlingen scoren niet voor ieder vak hetzelfde cijfer op het centraal eindexamen, een leerling kan bijvoorbeeld beter scoren voor geschiedenis dan voor Engels. Tegelijkertijd verschilt de temperatuur op de dagen waarop de eindexamens worden afgenomen: op sommige dagen is het warmer dan andere. Met behulp van het leerling fixed effects model onderzoeken we in hoeverre de prestaties van dezelfde leerling op het centraal eindexamen beter of slechter is wanneer de temperatuur hoger of lager is. We schatten het volgende model:

$$1. \quad Y_{ivlst} = A_1 \text{temp}_{vlst} + B_1 X'_{vlst} + C_i + D_{vl} + e_{ivlst}$$

In bovenstaand model 1 staat Y_{ivlst} voor het cijfer op het centraal eindexamen van leerling i voor vak v op schoolniveau (afdeling) l in school s in jaar t . temp_{vlst} is de maximumtemperatuur gemeten op de dag dat vak v is afgenomen op schoolniveau l in school s in jaar t . X'_{vlst} is een vector van leerlingkenmerken van medeleerlingen in vak v op schoolniveau l in school s in jaar t . C_i is het leerling-fixed effect dat alle constante kenmerken van leerling i oppikt, zoals bijvoorbeeld intelligentie en invloed van ouders. D_{vl} is het vak*afdeling fixed effects (de vakdummy), die als het ware controleert voor verschillen in prestaties (cijfers) tussen de vakken in de verschillende afdelingen. e_{ivlst} is de errorterm.

Met deze leerling fixed effects houden we rekening met constante verschillen tussen leerlingen, zoals intelligentie en de school waar een leerling op zit. Ook ongeobserveerde kenmerken, zoals de mate waarin de leerling een steunende thuisomgeving heeft, worden opgevangen door de leerling fixed effects. De standaardfouten worden geclustered op brin-vest niveau.

In model 2 voegen we *vak x afdeling x jaar* fixed effects toe.

$$2. \quad Y_{ivlst} = A_1 \text{temp}_{vlst} + B_1 X'_{vlst} + C_i + D_{vl} + e_{ivlst}$$

Omdat leerlingen binnen dezelfde school niet onafhankelijk zijn van elkaar worden de standaardfouten (SE's) in alle fixed effects analyses geclustered op schoolniveau (brin vestnr).

6.2 Analysebestand

Het analysebestand bevat 11.578.569 observaties verdeeld over 1.772.896 unieke leerlingen. Het bevat de cijfers op de verschillende eindexamenvakken voor het eerste tijdvak (CE1) voor de jaren 2010 tot en met 2019. Per school (brin, vestnr) en per jaar is met behulp van geodata (longitude en latitude) het dichtstbijzijnde weerstation geïdentificeerd en vervolgens gekoppeld met de temperatuurwaarden die gemeten zijn door het betreffende weerstation op de dag van het examen. We gebruiken dus de temperatuur gemeten op het dichtstbijzijnde meetstation van de school als proxy voor de temperatuur op school.

Voor een aantal scholen ontbreken de longitude en latitude gegevens, waardoor koppeling met het dichtstbijzijnde weerstation niet mogelijk was. Voor deze scholen zijn de gemiddelde longitude- en latitude- gegevens van scholen binnen de gemeente waarin de school zich bevindt genomen om de link met het dichtstbijzijnde meetstation te maken.

6.3 Beschrijvende statistieken

Deze paragraaf toont beschrijvende statistieken voor de analyses over temperatuur en schoolprestaties. Tabel 6.1 toont het aantal observaties per schoolniveau per jaar. Wanneer een leerling meerdere malen eindexamen doet, komt hij meerdere jaren voor in de data. Vmbo-b en vmbo-k hebben duidelijk minder observaties dan vmbo-g, havo en vwo. Een van de redenen hiervoor is dat de praktijkgerichte vakken in het vmbo niet worden meegenomen in dit onderzoek, omdat de eindexamens daarvan niet op één dag worden afgenomen.

Tabel 6.1: Aantal observaties per jaar

	vmbo-b	vmbo-k	vmbo-gt	havo	vwo
2010	86.686	112.229	304.189	330.858	275.929
2011	80.713	108.013	304.201	332.829	286.001
2012	78.266	106.229	304.605	340.428	286.010
2013	76.758	107.814	323.088	333.534	277.855
2014	79.108	110.177	330.343	340.031	272.603
2015	80.381	115.246	343.561	348.467	279.560
2016	80.598	119.925	353.581	363.026	278.296
2017	81.055	121.294	359.442	360.852	293.712
2018	75.629	119.874	350.546	368.747	298.753
2019	69.286	116.490	347.820	364.899	299.032

n = 11.578.569

Tabel 6.2 toont het aantal observaties per vak. Te zien is dat niet ieder vak op ieder schoolniveau wordt aangeboden. Ook zijn er een aantal vakken die door een relatief klein aantal leerlingen worden gevolgd.

Tabel 6.2: Aantal leerlingen per vak

	vmbo-b	vmbo-k	vmbo-gt	havo	vwo
aardrijkskunde	3.606	6.041	161.803	180.263	114.707
arabisch	15	39	179	286	140
biologie	85.858	124.725	313.282	206.757	190.484
duits	5.866	22.667	224.786	165.170	191.599
economie	58.746	98.231	396.647	315.124	193.114
engels	195.074	278.163	543.918	518.477	365.955
filosofie	0	0	0	9.989	29.550
frans	109	714	59.743	103.753	143.825
fries	0	0	478	197	193
geschiedenis	1.919	2.545	189.755	322.172	173.213
grieks	0	0	0	0	27.014
kunst (algemeen)	0	0	0	59	245
kunst (beeldende vorming)	0	0	81.238	88.397	53.719
kunst (dans)	0	0	638	0	0
kunst (drama)	0	0	3.345	0	0
kunst (muziek)	0	0	8.128	24.478	20.101
latijn	0	0	0	0	71.090
maatschappijleer	18.241	25.684	53.690	44.765	26.250
management & organisatie	0	0	0	154.515	100.844
natuur- en scheikunde 1	58.794	73.254	167.653	0	0
natuur- en scheikunde 2	0	0	100.729	0	0
natuurkunde	0	0	0	144.401	191.650
nederlands	196.401	278.179	543.793	518.535	366.161
russisch	0	0	0	55	92
scheikunde	0	0	0	201.804	206.461
spaans	14	262	3.186	5.439	15.032
turks	72	130	305	380	185
wiskunde a	0	0	0	348.907	173.296
wiskunde algemeen	163.765	226.657	468.080	0	0
wiskunde b	0	0	0	129.748	175.629
wiskunde c	0	0	0	0	17.202

Tabel 6.3 toont de beschrijvende statistieken voor de variabelen in deze analyse. Te zien is dat ongeveer de helft van de leerlingen (49%) jongens zijn, en 14% van de leerlingen een niet-westerse migratieachtergrond heeft. In de jaren die zijn meegenomen in dit onderzoek (2010 tot 2019) is de gemiddelde temperatuur tijdens de eindexamens 13,5 graden Celsius, het gemiddelde van de maximale temperatuur is 18,3 graden, en het gemiddelde van de minimumtemperatuur is 8,3 graden. We volgen Park et al. (2020) en Park et al. (2021) en onderzoeken de invloed van de maximumtemperatuur op de schoolprestaties van leerlingen.

Tabel 6.3: Beschrijvende statistieken temperatuur en leerlingkenmerken

	gemiddelde	sd	min	max
% apcg-leerlingen	0,13	0,34	0,00	1,00
cijfer centraal eindexamen 1	6,35	1,17	1,00	10,00
% jongens	0,49	0,50	0,00	1,00
% niet-westerse migratieachtergrond	0,14	0,35	0,00	1,00
gemiddelde temperatuur	13,47	3,75	4,90	23,90
maximumtemperatuur	18,34	4,79	8,30	31,90
minimumtemperatuur	8,32	3,74	-1,90	18,20

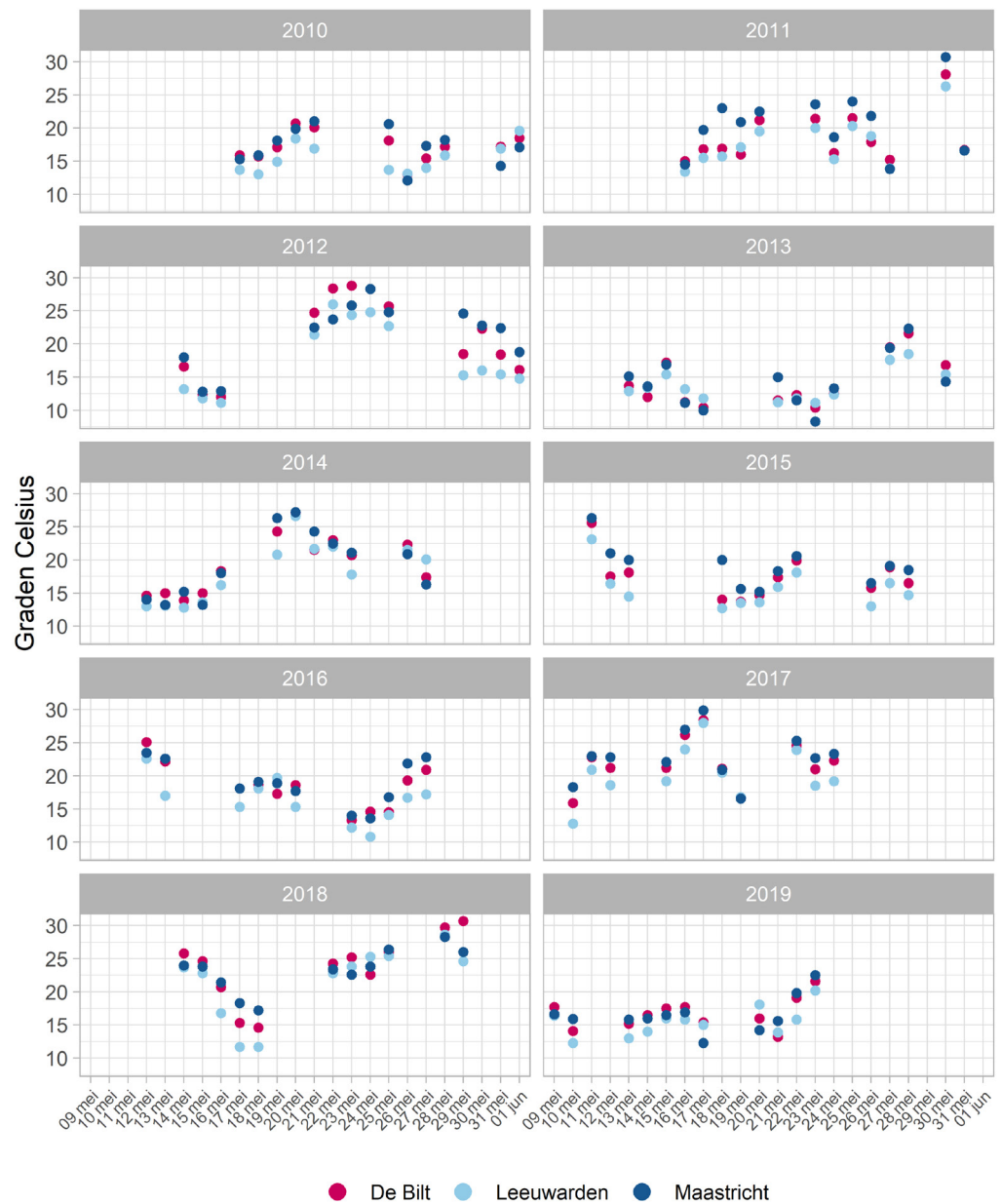
n = 11.578.569

6.4 Temperatuur tijdens de eindexamens

Onderstaande Figuur 6.1 toont voor drie weerstations de maximale dagtemperaturen voor 2010 tot en met 2019 voor de dagen waarop leerlingen examen doen. Te zien is dat de maximale dagtemperatuur zowel binnen als tussen de verschillende jaren varieert. 2017 en 2018 lijken relatief warmere jaren, maar ook binnen bijvoorbeeld 2017 zijn er clusters van dagen waarop het warmer of kouder is. Grafieken waarin de gemiddelde- en minimumtemperatuur worden weergegeven zien er vergelijkbaar uit, hoewel de hoogte van de gemiddelde en minimumtemperatuur uiteraard verschilt van de maximale temperatuur.

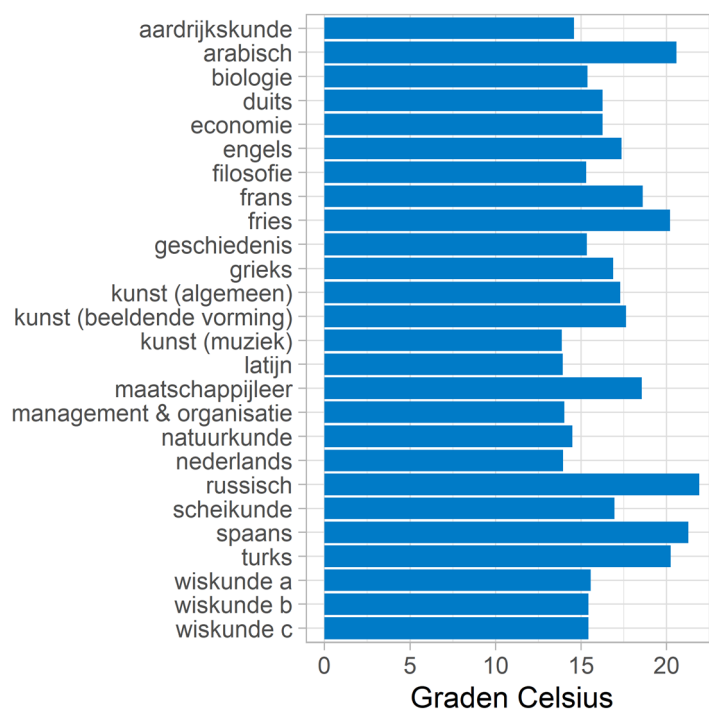
Fig. 6.1 Maximum dagtemperatuur tijdens het centraal eindexamen VO tijdvak 1, 2010 - 2019

Weerstations De Bilt, Maastricht en Leeuwarden



Examenleerlingen maken in de examenperiode één of twee examens per dag. De

Fig. 6.2 examenjaar 2019 vwo



Onderstaande tabel 6.4 toont voor de drie weerstations Maastricht, Leeuwarden en De Bilt het aantal dagen tijdens de examens dat de maximale temperatuur boven een bepaalde temperatuur uitstijgt. Te zien is dat er in de Bilt in totaal 27 dagen zijn waarop de maximale temperatuur tussen de 20 en 25 graden ligt.

Tabel 6.4: Maximum dagtemperatuur gecategoriseerd, jaren 2010 - 2019

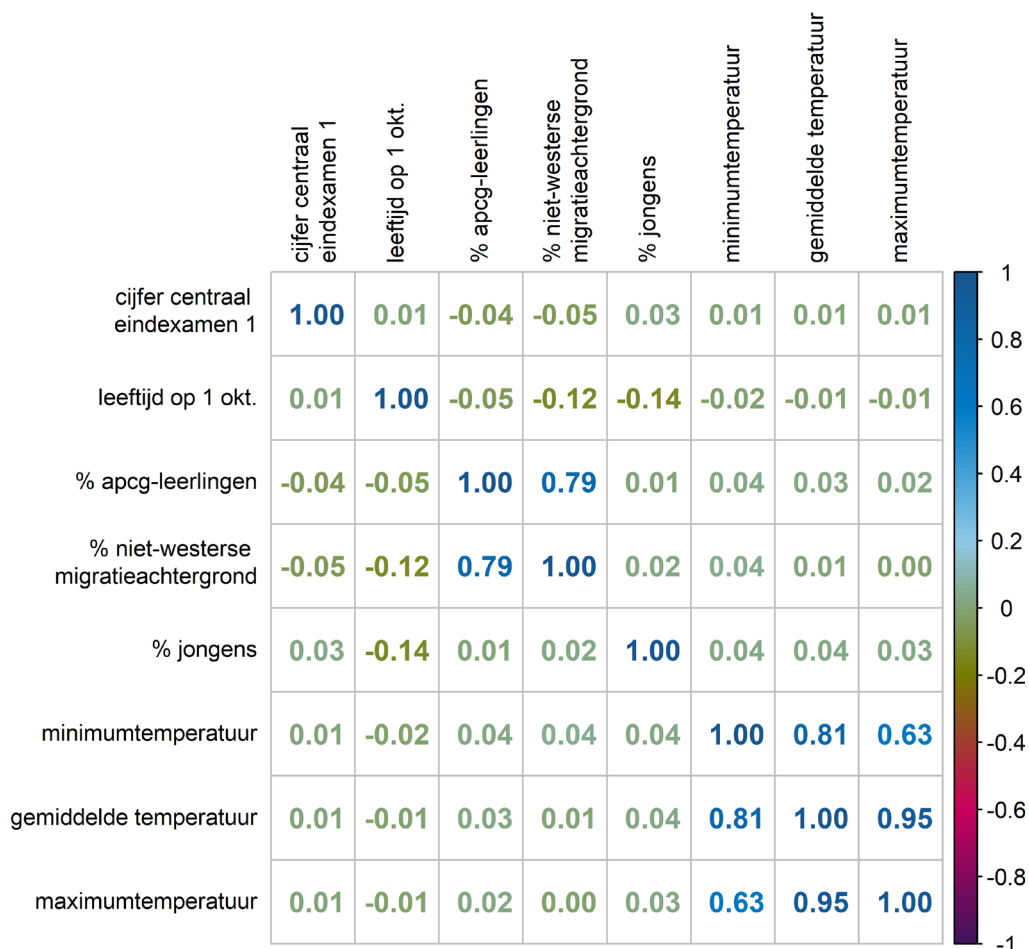
	De Bilt	Leeuwarden	Maastricht
1. lager dan 15	22	40	20
2. 15 tot 20	50	43	42
3. 20 tot 25	27	23	40
4. 25 tot 30	14	7	11
5. groter of gelijk 30	1	0	1

Periode van 09 mei t/m 01 juni

Figuur 6.3 toont een correlatieplot van de variabelen die relevant zijn voor deze analyse. Het percentage niet-westerse allochtone leerlingen en het percentage apcg-leerlingen binnen het vak (peereffecten) toont een hoge correlatie (0,79). Deze worden niet gelijktijdig in de regressieanalyses meegenomen: in de analyses nemen we alleen het percentage apcg-leerlingen mee. Ook de temperatuurwaarden (max, min en gemiddeld) tonen een hoge correlatie, maar deze worden per definitie niet

samen meegenomen in de regressieanalyses.

Fig. 6.3 Correlatieplot van relevante variabelen



6.5 Resultaten temperatuur en schoolprestaties

Tabel 6.5 geeft de resultaten van de leerling-fixed-effects analyses weer. In deze analyses worden alle leerlingen die tussen 2010 en 2019 eindexamen hebben gedaan meegenomen. Naast de leerling fixed-effects worden ook vak x afdeling fixed effects meegenomen.

In de tabel is te zien dat een hogere temperatuur een significant en negatief effect heeft op de schoolprestaties van leerlingen ($p < 0,001$). Een stijging in de temperatuur van 1 graden Celsius op de dag van het examen leidt tot een 0,005 punt daling in de hoogte van het CE-cijfer. Dit geldt zowel voor de maximumtemperatuur als voor de gemiddelde temperatuur. Voor de minimumtemperatuur is de coëfficiënt -0,002. De minimumtemperatuur is minder relevant dan de maximumtemperatuur, omdat dit meestal de temperatuur in de nacht is.

In model 4 en 5 is in plaats van een continue temperatuurvariabele een categorale variabele toegevoegd, waarin de temperatuur in groepjes is verdeeld. Bij model 4 zijn het groepjes van 5 graden, met 0-15 graden als referentiecategorie. Te zien is dat dezelfde leerling zijn eindexamens slechter maakt bij een hogere

buitentemperatuur. In model 5 wordt een onderscheid gemaakt tussen heel warme dagen en minder warme dagen (wel of niet een maximumtemperatuur boven de 26,7 graden Celsius). Ook hier is te zien dat leerlingen op hete dagen slechter presteren dan op minder warme dagen: op een hete dag behalen leerlingen gemiddeld een cijfer wat 0,034 punt lager ligt dan op een niet-hete dag.

Tabel 6.5: Temperatuur en examencijfers

	model 1	model 2	model 3	model 4	model 5
gemiddelde temperatuur	-0,005*** (0,000)				
% jongens	-0,007 (0,015)	-0,007 (0,015)	-0,008 (0,015)	-0,007 (0,015)	-0,008 (0,015)
% apcg-leerlingen	0,074*** (0,020)	0,075*** (0,020)	0,070*** (0,019)	0,076*** (0,020)	0,070*** (0,019)
leeftijd op 1 okt.	0,111*** (0,009)	0,111*** (0,010)	0,111*** (0,009)	0,111*** (0,010)	0,111*** (0,009)
maximumtemperatuur		-0,005*** (0,000)			
minimumtemperatuur			-0,002*** (0,000)		
15 tot 20 graden				-0,026*** (0,002)	
20 tot 25 graden				-0,057*** (0,003)	
25 tot 30 graden				-0,062*** (0,003)	
30 graden of meer				-0,026 (0,014)	
hete dag					-0,034*** (0,004)
aantal observaties	11.578.569	11.578.569	11.578.569	11.578.569	11.578.569
leerling FE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
vak*afdeling FE	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten zijn geclusterd op brinvest-niveau

Om een indruk te geven van de omvang van het gevonden effect, is het goed te kijken naar de standaardafwijking van temperatuur: de standaardafwijking van de maximumtemperatuur is 4,8 graden Celsius, wat betekent dat een stijging van de temperatuur met één standaardafwijking leidt tot 0,024 punt lager op het eindexamen.

Tabel 6.6 gaat nog een stapje verder, en standaardiseert zowel de temperatuur als het eindexamen. De resultaten laten zien dat wanneer de maximumtemperatuur met 1 SD omhoog gaat, het CE-cijfer met 0,02 SD, oftewel 2% van een standaarddeviatie afneemt.

De grootte van deze effecten is bij het afnemen van de examens wat kleiner dan gevonden in een vergelijkbaar onderzoek in New York (Park, 2020): 1 graden Celsius hogere temperatuur zorgt daar voor -0,02 SD op examen met leerling fixed effects). De grootte van deze effecten is ongeveer de helft van de grootte van het gemiddelde effect van een RCT op wiskunde of lezen in grade 12 (effectgrootte 0,05, Kraft, 2020).

Tabel 6.6: Gestandaardiseerde temperatuur en examencijfers

	model 1	model 2	model 3
gemiddelde temperatuur *	-0,016*** (0,001)		
% jongens *	-0,001 (0,002)	-0,001 (0,002)	-0,001 (0,002)
% apcg-leerlingen *	0,013*** (0,003)	0,013*** (0,003)	0,012*** (0,003)
leeftijd op 1 okt. *	0,072*** (0,006)	0,072*** (0,006)	0,072*** (0,006)
maximumtemperatuur *		-0,019*** (0,001)	
minimumtemperatuur *			-0,007*** (0,001)
aantal observaties	11.578.569	11.578.569	11.578.569
leerling FE	Ja	Ja	Ja
vak*afdeling FE	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten zijn geclusterd op brinvest-niveau

*gestandaardiseerd

Onderstaande analyses voegen naast het *leerling* fixed effect een *vak x jaar x afdeling* fixed effect toe (tabel 6.7). De belangrijkste resultaten blijven vergelijkbaar: een hogere temperatuur heeft een negatief effect op de schoolprestaties van leerlingen. Opmerkelijk is dat de coëfficiënt voor de minimumtemperatuur van richting veranderd t.o.v. analyses met het *vak x afdeling* fixed effect.

Tabel 6.7: Vak*jaar*afdeling FE's

	model 1	model 2	model 3
gemiddelde temperatuur	-0,003** (0,001)		
% jongens	0,023 (0,015)	0,023 (0,015)	0,023 (0,015)
% apcg-leerlingen	0,044* (0,018)	0,045* (0,018)	0,044* (0,018)
leeftijd op 1 okt.	-0,009 (0,010)	-0,009 (0,010)	-0,009 (0,010)
maximumtemperatuur		-0,003*** (0,001)	
minimumtemperatuur			0,002** (0,001)
aantal observaties	11.578.569	11.578.569	11.578.569
leerling FE	Ja	Ja	Ja
vak*jaar*afdeling FE	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten zijn geclusterd op brinvest-niveau

6.6 Robuustheidsanalyses

In deze paragraaf worden een aantal robuustheidsanalyses beschreven. Robuustheidsanalyses zijn analyses waarin gekeken wordt in hoeverre de belangrijkste resultaten van het onderzoek veranderen wanneer bepaalde keuzes in het onderzoek anders worden gespecificeerd. De resultaten laten zien dat de conclusies robuust zijn: de belangrijkste resultaten van het onderzoek veranderen

niet wanneer er andere keuzes worden gemaakt in bijvoorbeeld de onderzoekspopulatie.

Allereerst is het mogelijk dat de effecten in de vorige paragraaf beïnvloed worden door outliers, of vakken waar weinig leerlingen aan deelnemen. Tabel 6.8 laat zien dat wanneer we outliers eruit filteren, en ons beperken tot niet-kunsvakken en vakken waar meer dan 2000 leerlingen eindexamen voor afleggen, de resultaten zeer vergelijkbaar zijn aan de resultaten in Tabel 6.7. Outliers worden in deze analyses gedefinieerd volgens het interquartile range (IQR) criterium: $I = [q_{0.25} - 1.5 \times IQR; q_{0.75} + 1.5 \times IQR]$ Waarbij IQR staat voor het verschil tussen het derde en het eerste kwartiel.

Tabel 6.8: Zonder outliers, kunsvakken en vakken met <2000 leerlingen

	model 1	model 2	model 3
gemiddelde temperatuur	-0,005*** (0,000)		
% jongens	0,013 (0,016)	0,014 (0,016)	0,013 (0,016)
% apcg-leerlingen	0,072*** (0,019)	0,073*** (0,020)	0,068*** (0,019)
leeftijd op 1 okt.	0,097*** (0,010)	0,097*** (0,010)	0,097*** (0,010)
maximumtemperatuur		-0,005*** (0,000)	
minimumtemperatuur			-0,002*** (0,000)
aantal observaties	11.144.009	11.144.009	11.144.009
leerling FE	Ja	Ja	Ja
vak*afdeling FE	Ja	Ja	Ja

Standaardfouten zijn geclusterd op brinvest-niveau

Vervolgens worden alleen leerlingen die maar op één school (brin-vestigingsnummer) examen hebben gedaan meegenomen in de analyses. Om rekening te houden met overeenkomsten tussen leerlingen binnen dezelfde school, worden de standaardfouten in de fixed effects analyses geclusterd op het niveau van brin-vestiging. Daarmee nemen we aan dat leerlingen tussen scholen onafhankelijk zijn van elkaar. Wanneer leerlingen op meerdere scholen eindexamen doen wordt deze aanname geschonden, vandaar dat we ook analyses doen waarin we deze groep leerlingen uit de analyses verwijderen. Tabel 6.9 laat zien dat het verwijderen van deze groep de resultaten niet verandert.

Tabel 6.9: Zonder outliers, kunstvakken en vakken met <2000 leerlingen en leerlingen die op meerdere scholen examens doen

	model 1	model 2	model 3
gemiddelde temperatuur	-0,005*** (0,000)		
% jongens	0,020 (0,015)	0,020 (0,015)	0,019 (0,015)
% apcg-leerlingen	0,080*** (0,021)	0,081*** (0,021)	0,077*** (0,021)
leeftijd op 1 okt.	0,096*** (0,010)	0,096*** (0,010)	0,096*** (0,010)
maximumtemperatuur		-0,005*** (0,000)	
minimumtemperatuur			-0,002*** (0,000)
aantal observaties	10.801.755	10.801.755	10.801.755
leerling FE	Ja	Ja	Ja
vak*afdeling FE	Ja	Ja	Ja

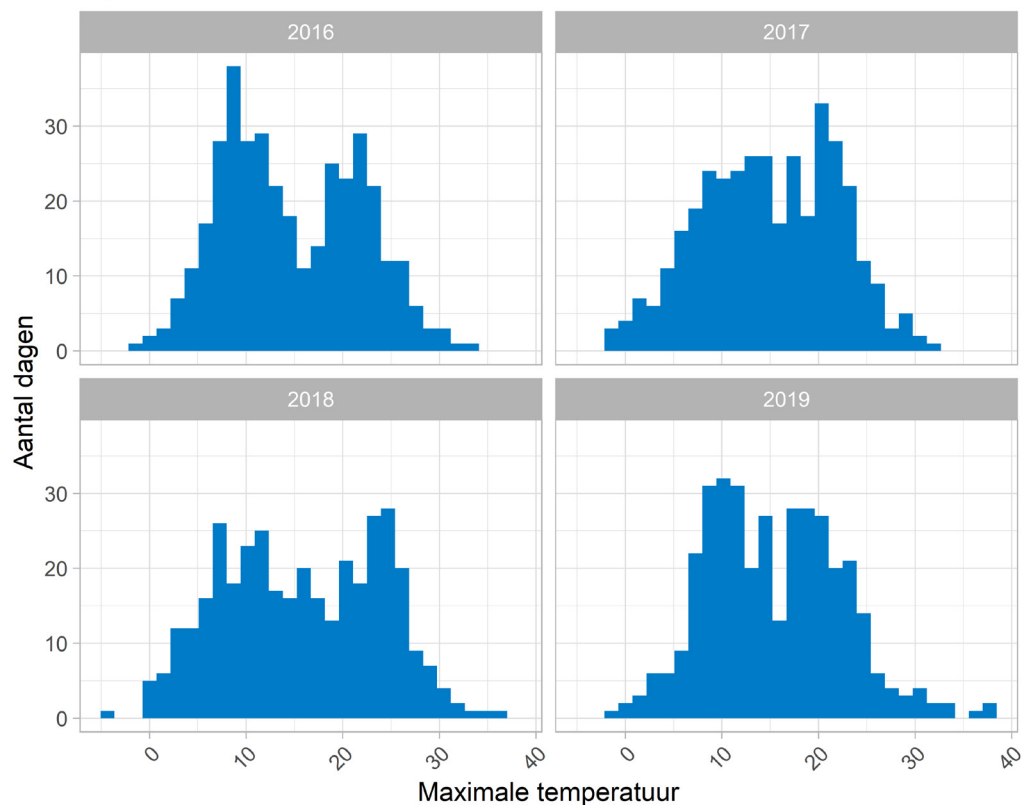
Standaardfouten zijn geclusterd op brinvest-niveau

6.7 Temperatuur in Nederland

De resultaten uit dit onderzoek laten zien dat er ook in Nederland een negatief effect is van de temperatuur tijdens de eindexamens op de schoolprestaties van leerlingen. In paragraaf 6.1 zijn de resultaten vergeleken met internationale studies naar de invloed van temperatuur op schoolprestaties. Hoe vaak het in Nederland erg warm is, is ook van belang bij het interpreteren van de relevantie van deze resultaten. In deze paragraaf wordt daarom een beschrijving gegeven van het aantal hete dagen in Nederland.

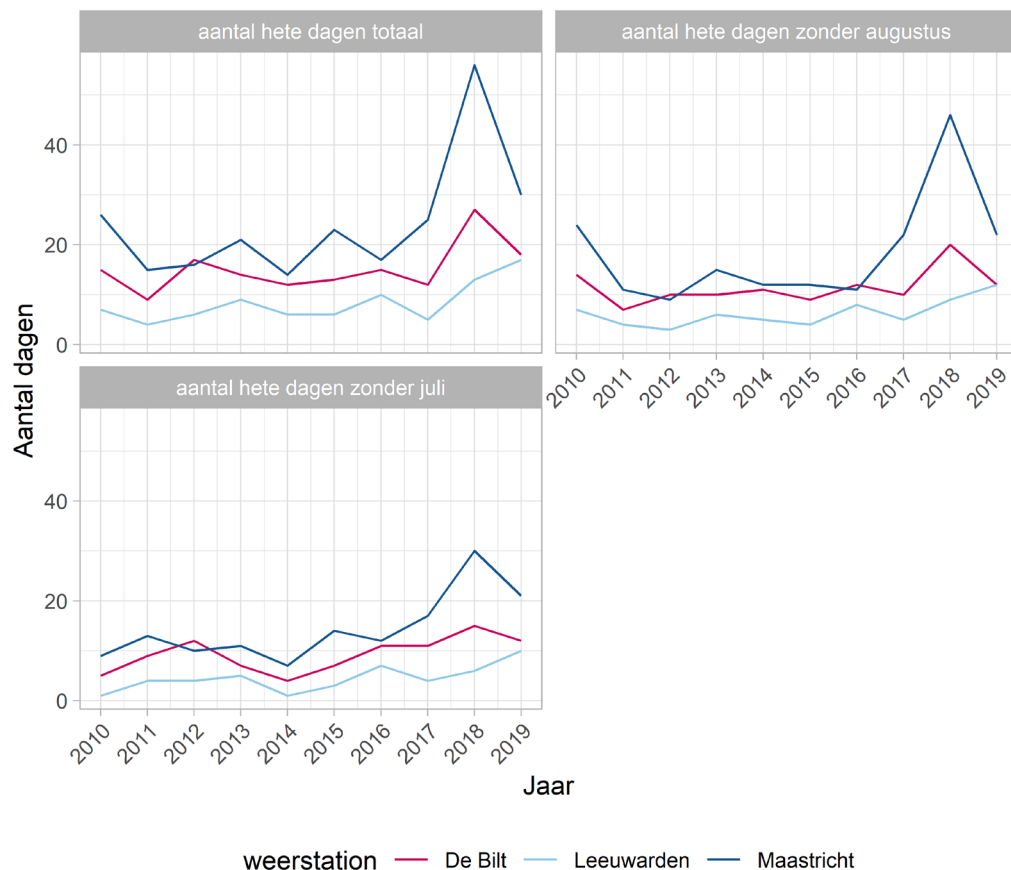
Figuur 6.4 laat voor de jaren 2016, 2017, 2018 en 2019 de verdeling van de maximumtemperatuur zien. Deze grafiek is voor de hele jaren, inclusief de weekenden en vakanties. Het totale aantal zomerse dagen (volgens de knmi-definitie dagen met een temperatuur van 25 graden of hoger) is in de Bilt in deze jaren 31, 23, 55 en 26 dagen. Het aantal warme dagen (een temperatuur van 20 graden of hoger) is 108, 105, 132 en 99 dagen.

Fig. 6.4 Maximumtemperatuur in De Bilt



In de internationale literatuur wordt 26,7 graden Celsius gezien als een hete dag, en een punt waarop mensen minder goed gaan presteren (Park et al., 2021). Figuur 6.5 laat vanaf 2010 het aantal hete dagen per jaar zien in De Bilt, Leeuwarden en Maastricht. Omdat een deel van de hete dagen in de zomervakantie valt, laat de grafiek ook het aantal hete dagen zien wanneer we de maanden juli en augustus niet meenemen.

Fig. 6.5 Aantal hete dagen per jaar in de Bilt, Leeuwarden en Maastricht



Hete dagen zijn dagen waarop de maximumtemperatuur groter of gelijk aan 26,7 graden is

6.8

Referenties

- Alberts, M. E., Burgert, H., Bracke, P., van der Heul, I. L., van Maasacker, M. H. J. M., & Pinske, N. A. E. (2016). *Schoolgebouwen primair en voortgezet onderwijs: de praktijk gecheckt* (p. 82). Algemene Rekenkamer.
- Berenschot. (2017). *Evaluatie van de materiële instandhouding in het primair onderwijs 2010-2014* (p. 36). Berenschot.
- Dekker, B., Kees, van B., Marja, P., Vincent, van H., & Peter, R. (2017). *Monitor onderwijshuisvesting po-vo* (Nos. 16199; p. 90). Regioplan/ Inspectrum.
- Gezondheidsraad. (2018). *Gezondheidswinst door schonere lucht* (p. 51). Gezondheidsraad.

Inspectie der Rijksfinanciën. (2021). *IBO Onderwijshuisvesting funderend onderwijs - Een vak apart - Een toekomstbestendig onderwijshuisvestingsstelsel* (p. 73). Ministerie van Financiën / Inspectie der Rijksfinanciën.

KNMI. (2015). *KNMI'14-klimaatscenario's: Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie* (p. 34). KNMI.

Kraft, M. A. (2020). Interpreting Effect Sizes of Education Interventions. *Educational Researcher*, 49(4), 241–253. <https://doi.org/10.3102/0013189X20912798>

LCVS. (2020). *Beeld van ventilatie op scholen in het funderend onderwijs in Nederland* (p. 32). LCVS.

McKinsey. (2020). *Een verstevigd fundament voor iedereen: Een onderzoek naar de doelmatigheid en toereikendheid van het funderend onderwijs (primair en voortgezet)* (p. 210). McKinsey & Company.

Park, R. J. (2020). Hot Temperature and High Stakes Performance. *Journal of Human Resources*, wjhr;jhr.57.2.0618-9535R3v1. <https://doi.org/10.3368/jhr.57.2.0618-9535R3>

Park, R. J., Behrer, A. P., & Goodman, J. (2021). Learning Is Inhibited by Heat Exposure, Both Internationally and within the United States. *Nature Human Behaviour*, 5(1), 19–27. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-00959-9>

Park, R. J., Goodman, J., Hurwitz, M., & Smith, J. (2020). Heat and Learning. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12(2), 306–339. <https://doi.org/10.1257/pol.20180612>

Ruimte-OK. (2021). *Verdiepend onderzoek gebouwtypen en ventilatiesystemen* (p. 35). Ruimte-OK.