

EnergieTransitie
Radarweg 60
1043 NT Amsterdam

TNO-rapport

www.tno.nl

TNO 2021 P10330

T +31 88 866 50 10

De zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van het werkelijk energieverbruik, als equivalent voor de 'BENG2 Eindnorm 2050' binnen de utiliteitssector

Datum	22 oktober 2021
Auteur(s)	Jeffrey Sipma
Aantal pagina's	293 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	3
Projectnaam	Benchmark
Projectnummer	060.43408

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

Korte samenvatting

Onlangs is er een nieuwe rekenmethodiek geïntroduceerd waarmee een energielabel wordt afgegeven. Deze methodiek, de NTA 8800 genaamd, berekent diverse energieverbruikswaarden, gedefinieerd als BENG1, BENG2 en BENG3. 'BENG' staat voor 'Bijna Energie Neutrale Gebouwen'. Het Rijk komt binnenkort met een Eindnormering 2050 waarin een wettelijk verplichte minimale BENG2 norm per gebouwcategorie wordt vastgesteld; welke dan ook zal gelden voor de (nu) bestaande bouw.

In dit project zijn we op zoek naar een gelijkwaardig alternatief, uitgedrukt in het werkelijke energiegebruik. Hoeveel eenvoudiger zou het niet zijn wanneer niet ieder gebouw theoretisch doorgerekend hoeft te worden, maar (aanvullend?) van een prestatie-indicatie kan worden voorzien op basis van zijn werkelijk gas- en elektriciteitsverbruik? Of deze vertaalslag er is, is voor de onderscheiden gebruiksdoelen in dit project geanalyseerd.

Dit project heeft een relatie met 'de achtergrondnotitie ten behoeve van de sectortafel Gebouwde omgeving' als onderdeel van de totstandkoming van het klimaatakkoord (Klimaatakkoord, 2018). Bij het verder verduurzamen van vastgoedportefeuilles, is geschreven: *'Als uit de praktijk blijkt dat beoordeling op basis van werkelijk energieverbruik beter uitvoerbaar en handhaafbaar is dan beoordeling op energieprestatie van gebouwen en erkende maatregelen en tevens bijdraagt aan vereenvoudiging van wet- en regelgeving, dan zal dit een plek krijgen in de normering voor bestaande utiliteitsbouw'*.

Deze zoektocht volgde een van te voren gedefinieerde route op basis van toegekende NTA energielabels, per gebruiksfunctie. Concreet zochten we naar het gemiddeld werkelijk energiegebruik van een NTA labelklasse ver in de A-met-plusjes (afhankelijk van de gestelde Eindnorm 2050). Een gemiddelde is altijd te bepalen; de vervolgvraag is echter of deze waarde dan ook als een gelijkwaardige norm mag dienen. Geconcludeerd moet worden dat de gevolgde route voor geen enkele gebruiksfunctie tot een dergelijk gelijkwaardig alternatief heeft geleid. Hier zijn diverse redenen voor die uitgebreid aan bod zullen komen. Met name een gebrek aan beschikbare data is een issue; zowel een gebrek aan NTA-gelabelde cases als het ontbreken van (voldoende) variabelen waarmee de spreiding in het werkelijk verbruik kan worden verklaard.

Mogelijk is er een andere route beschikbaar waarmee dit wel lukt. Voor een aantal gebruiksfuncties is er even geproefd aan een alternatieve route door de ontwikkeling van het historische energiegebruik te analyseren en te extrapoleren naar de toekomst toe. Meer onderzoek is echter nodig om deze, en andere alternatieve routes te evalueren. Hopelijk ondersteunen de discussies, observaties en aanbevelingen die zijn opgenomen in deze rapportage hierbij.

Aanpassing/toevoeging:

18-11-2021: tabel 51 en 116 (zorgsector) bleken een fout te bezitten en zijn vervangen

29-11-2021: op verzoek van [Kenniscentrum Ruimte-OK](#) is de analyse van het historisch energieverbruik van de onderwijssector toegevoegd.

Inhoudsopgave

	Korte samenvatting	2
	Inhoudsopgave	3
1	Uitgebreide samenvatting.....	6
1.1	Achtergrond	6
1.2	Te beantwoorden vragen.....	6
1.3	Algemeen geldende conclusies en observaties	7
1.4	Omvang onderzoekspopulaties en belangrijkste kwantitatieve resultaten.....	8
1.5	Samenvatting per gebruiksfunctie:	10
1.6	Aanbevelingen	19
2	Inleiding	20
2.1	Aanleiding tot dit onderzoek	20
2.2	Te analyseren gebouwcategorieën en belangrijkste onderzoeksvragen	20
2.3	NTA 8800 methodiek en het BENG2 verbruik.....	21
2.4	Algemene leeswijzer.....	23
2.5	Afkortingen en begrippen	24
3	De winkelfunctie	26
3.1	Leeswijzer en Inleiding gebouwcategorie 'winkels'	26
3.2	Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding gehele populatie	27
3.3	A_plusjes toevoegen aan de populatie.....	27
3.4	De belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.....	32
3.5	De MLRA benchmarktool werkelijk verbruik.....	37
3.6	De zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik ...	39
3.7	Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van het historisch verbruik en bouwjaren	51
3.8	Samenvatting winkelfunctie	55
4	De bijeenkomstfunctie	59
4.1	Leeswijzer.....	59
4.2	Inleiding	59
4.3	Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding gehele populatie	63
4.4	Labelklassen individueel geanalyseerd, gelabelde voorraad	64
4.5	Labelklassen binnen bijeenkomsttypen geanalyseerd	66
4.6	Grootteklasse individueel geanalyseerd.....	69
4.7	Grootteklassen binnen bijeenkomsttypen geanalyseerd.....	70
4.8	Labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype	74
4.9	Samenvatting bijeenkomstfunctie	75
5	De logiesfunctie	78
5.1	Leeswijzer.....	78
5.2	Inleiding	78
5.3	Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding gehele populatie	83
5.4	Labelklassen individueel geanalyseerd.....	84
5.5	Grootteklasse individueel geanalyseerd.....	86
5.6	Labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype	87
5.7	Invloed van de vormfactor geanalyseerd.....	88

5.8	Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van het historisch verbruik en bouwjaren	89
5.9	Samenvatting logiesfunctie.....	94
6	De zorgfunctie.....	97
6.1	Leeswijzer.....	97
6.2	Inleiding	97
6.3	Verbruik gehele CBS populatie	103
6.4	Labelklassen individueel geanalyseerd.....	104
6.5	Grootteklasse individueel geanalyseerd.....	106
6.6	Labelklassen binnen grootteklassen	107
6.7	Invloed van de vormfactor geanalyseerd.....	108
6.8	Analyse eLoket EML Gezondheidszorg- en welzijnszorginstellingen	109
6.9	Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van het historisch verbruik en bouwjaren	113
6.10	Samenvatting zorgfunctie	123
7	De sportfunctie	127
7.1	Leeswijzer.....	127
7.2	Inleiding	127
7.3	Verbruik gehele CBS populatie	131
7.4	Labelklassen individueel geanalyseerd.....	133
7.5	Grootteklasse individueel geanalyseerd.....	134
7.6	Labelklassen binnen grootteklassen	135
7.7	Samenvatting sportfunctie	136
8	De onderwijsfunctie.....	139
8.1	Leeswijzer.....	139
8.2	Inleiding	139
8.3	Verbruik gehele CBS populatie	144
8.4	Labelklassen individueel geanalyseerd.....	145
8.5	Grootteklasse individueel geanalyseerd.....	147
8.6	Bezettingsgraad individueel geanalyseerd.....	148
8.7	Labelklassen binnen grootteklassen	150
8.8	Analyse EML Bedrijfstak Onderwijsinstellingen	151
8.9	Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van bouwjaren en het historisch verbruik.....	153
8.10	Samenvatting onderwijsfunctie.....	170
9	De industrie functie; grootschalig logistiekvastgoed.....	173
9.1	Leeswijzer.....	173
9.2	Inleiding	173
9.3	Verbruik gehele CBS populatie	176
9.4	Bouwjaarklassen individueel geanalyseerd.....	178
9.5	Grootteklasse individueel geanalyseerd 'zonder koeling'.....	179
9.6	Bouwjaarklassen binnen grootteklassen	180
9.7	Analyse EML Bedrijfstak Industrie functie	181
9.8	Samenvatting grootschalig logistiekvastgoed	182
10	De kantoorfunctie	184
10.1	Leeswijzer.....	184
10.2	Inleiding	184

10.3	Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding, gehele gelabelde populatie.....	189
10.4	Beïnvloeding van onafhankelijke variabelen op het verbruik	191
10.5	Labelklassen individueel geanalyseerd	201
10.6	Grootteklasse individueel geanalyseerd.....	205
10.7	Labelklassen binnen grootteklassen	208
10.8	Samenvatting kantoorfunctie	211
11	Algemene discussie en aanbevelingen.....	215
11.1	Algemene discussie.....	215
11.2	Aanbevelingen	220
	Literatuur.....	223

Bijlage(n)

- A Inleiding en achtergrond statistiek, afgestemd op dit onderzoek
- B Inrichting, afbakening en verrijking van het CBS analysebestand voor de winkels
- C Relatie analysebestand retail-typen en Locatus branches
- D Gemiddeld werkelijk verbruik winkels met labelklasse A4+ en de kans op een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik
- E Achterliggende data paragraaf 4.8, de bijeenkomstfunctie
- F Graaddagen-gecorrigeerde figuren en tabellen als aanvulling op paragraaf 6.9.1, de zorgsector
- G Aanvullende tabellen voor paragraaf 8.9, de onderwijssector
- H Analyse NTA verbruik voor kantoren, aanvulling op Hoofdstuk 10

1 Uitgebreide samenvatting

1.1 Achtergrond

Onlangs is er een nieuwe rekenmethodiek geïntroduceerd waarmee een energielabel wordt afgegeven. Deze methodiek, de NTA 8800 genaamd, berekent diverse energieverbruikswaarden, gedefinieerd als BENG1, BENG2 en BENG3. 'BENG' staat voor 'Bijna Energie Neutrale Gebouwen'. De BENG2 norm omvat: 'de hoeveelheid fossiele brandstof in kWh per m² gebruiksoppervlakte per jaar die nodig is voor verwarming, koeling, warm water, ventilatie, bevochtiging, ontvochtiging' (zie ook de begrippenlijst in paragraaf 2.5).

Tijdens de introductie van deze methodiek is een BENG2 norm gesteld waar nieuwbouw vanaf 1 januari 2021 aan moet voldoen. Het Rijk komt binnenkort met een Eindnormering 2050 waarin een wettelijk verplichte minimale BENG2 norm per gebouwcategorie wordt vastgesteld; welke dan ook zal gelden voor de (nu) bestaande bouw.

In dit project zijn we op zoek gegaan naar een gelijkwaardig alternatief, uitgedrukt in het werkelijke energiegebruik. Hoeveel eenvoudiger zou het niet zijn wanneer niet ieder gebouw theoretisch doorgerekend hoeft te worden, maar (aanvullend?) van een prestatie-indicatie kan worden voorzien op basis van zijn werkelijk gas- en elektriciteitsverbruik? Of deze vertaalslag er is, is voor de onderscheiden gebruiksdoelen in dit project geanalyseerd.

Dit project heeft een relatie met 'de achtergrondnotitie ten behoeve van de sectortafel Gebouwde omgeving' als onderdeel van de totstandkoming van het klimaatakkoord (Klimaatakkoord, 2018). Bij het verder verduurzamen van vastgoedportefeuilles, is geschreven: *'Als uit de praktijk blijkt dat beoordeling op basis van werkelijk energieverbruik beter uitvoerbaar en handhaafbaar is dan beoordeling op energieprestatie van gebouwen en erkende maatregelen en tevens bijdraagt aan vereenvoudiging van wet- en regelgeving, dan zal dit een plek krijgen in de normering voor bestaande utiliteitsbouw'*.

1.2 Te beantwoorden vragen

Deze zoektocht volgt een van te voren gedefinieerde methodiek op basis van toegekende NTA energielabels, per gebruiksfunctie. Concreet zoeken we naar het gemiddeld werkelijk energiegebruik van een NTA labelklasse ver in de A-met-plusjes (afhankelijk van de gestelde Eindnorm 2050). Een gemiddelde is echter altijd te bepalen; de vervolgvraag is of deze waarde dan ook als een gelijkwaardige norm mag dienen. Voor een aantal gebruiksfuncties wordt er even geproefd aan een alternatieve zoektocht door de ontwikkeling van het historische energiegebruik te analyseren en te extrapoleren naar de toekomst toe.

Voortgaande betekent dat de conclusies en discussie in deze rapportage sec de *onderzochte methode* betreffen. Mogelijk zijn er andere methoden om tot een gelijkwaardig alternatief te komen, maar hier wordt niet op ingegaan. Ook is niet onderzocht hoe een dergelijk alternatief, wanneer het eenmaal is opgezet, in de praktijk zal uitpakken.

Vooraf zijn de volgende analysevragen door de opdrachtgever gesteld:

- 1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?
- 2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.
- 3 Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m², bij de door BZK voorgestelde Eindnormering 2050 (NTA 8800).
- 4 Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 normwaarde 'als bovenwaarde zal hebben'.

1.3 Algemeen geldende conclusies en observaties

In Hoofdstuk 11 wordt een uitgebreide algemene discussie gegeven. Dit inzicht is voor deze paragraaf samengevat. Algemeen kan geconcludeerd worden dat door een gebrek aan beschikbare data, er voor geen enkele gebouwcategorie een bruikbaar gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik gevonden is, via de gevolgde methodiek. Deze data-lacune betreft met name:

- een gebrek aan NTA-gelabelde cases en dan met name het ontbreken van cases die al zijn voorzien van het NTA-label dat gerelateerd is aan (minimaal) de voorgestelde Eindnormering 2050
- het ontbreken van (voldoende) variabelen waarmee de spreiding in het verbruik kan worden verklaard (het in voetnoot 2 vermelde 'Datastelsel' probeert hieraan tegemoet te komen).

Verder concluderen we op basis van deze onderzoeksopdracht:

- ❖ Het feit dat het gasverbruik meestal afneemt met een beter label, terwijl het elektriciteitsverbruik juist toeneemt¹ maakt het lastig om een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik te vinden, via de gevolgde methodiek. Deze twee heffen elkaar immers gedeeltelijk op wanneer gekeken wordt naar het totaal gas -en elektriciteitsverbruik. Hierdoor is de trendmatige afname van het totaal verbruik met een beter label niet altijd even duidelijk aanwezig; of zelfs helemaal afwezig.
- ❖ De observatie dat de fysieke gebouwgrenzen waar het label op afgegeven wordt anders kan zijn dan de geïdentificeerde vierkante meters die gerelateerd zijn aan fysieke gas- en elektriciteitsmeters, bemoeilijkt de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief via deze route. Dit betreft, naast een mogelijk incorrecte BAG invoer², ook het feit dat de labelmethodiek anders kan omgaan met de indeling van een gebouw dan de BAG.
- ❖ Bij de afgifte van een label is het mensenwerk welke gebruiksfunctie wordt gekozen. We zien voor schijnbaar vergelijkbare situaties een verscheidenheid

¹ Het werkelijk elektriciteitsverbruik neemt in eerste instantie toe vanwege de introductie van koeling en mechanische ventilatie. Daarna zorgen verlichtingsmaatregelen ervoor dat deze weer afneemt. Maar vooral het niet-gebouwgebonden deel (dat niet binnen de labelmethodiek wordt meegenomen) neemt sterk toe is de hypothese; vanwege modernisering en toenemende ICT implementatie. Uiteraard neemt het elektriciteitsverbruik ook toe wanneer er een elektrische warmtepomp wordt ingezet, maar dat wordt hier niet bedoeld.

² Het lopende traject 'Datastelsel werkelijke energieverbruik utiliteit' zal daarom aan gebouw eigenaren de mogelijkheid bieden om eventueel noodzakelijke correcties / actualisatie in de gebouwd data (BAG) door te geven (die conform de wettelijke regels door de gemeente gecontroleerd kunnen worden).

aan gedefinieerde gebruiksfuncties. Een andere gebruiksfunctie kan een andere Eindnorm betekenen, terwijl het werkelijk verbruik erdoor niet beïnvloed wordt. Dit vertroebelt het vergelijk tussen werkelijk- en BENG2 verbruik per gebruiksfunctie.

Verkenning: monitoring energiegebruik op basis van bouwjaar?

Wanneer labels worden losgelaten en de gehele voorraad wordt geanalyseerd op basis van het originele bouwjaar, ontstaan vaak een trendmatigheid die aangeeft dat het energieverbruik van gebouwen verandert in de loop der tijd. Hiermee is een jaarlijkse besparing op het werkelijk energiegebruik te bepalen, met een onderscheid naar gas- en elektriciteitsverbruik. Deze methodiek is op twee manieren voor vier bouwtypen verkend:

- De *bestaande voorraad* die gebouwd is vóór 2010, laat over de periode 2010-2019 (altijd?) een trendmatige afname van het gasverbruik zien. De elektriciteitsintensiteit neemt ook af, alhoewel deze afname minder sterk en/of duidelijk kan zijn. Het totaalverbruik, als netto effect van voorgaande, vertoont vanwege de dominantie van het gasverbruik (altijd?) een trendmatige daling. De hotels laten zodoende over de periode 2010-2019 een afname van 16% op het totaal energiegebruik zien (mits gecorrigeerd voor de bezettingsgraad). Bij de winkels_nonfood is deze reductie 14%, voor de onderwijssector 13% en voor de zorgsector 11%.
- Het trendmatig gemiddeld energiegebruik in het verbruiksjaar 2018 neemt (meestal?) af naarmate het bouwjaar recenter is, wat iets zegt over de invloed van aanscherpende bouwnormen voor *nieuwbouw*³. Noot dat (altijd?) de gasintensiteit met een recenter bouwjaar (of beter label) afneemt, terwijl de elektriciteitsintensiteit (meestal?) juist toeneemt.

1.4 Omvang onderzoekspopulaties en belangrijkste kwantitatieve resultaten

Tabel 1 De omvang van de onderzoekspopulaties per gebruiksfunctie

	Grootte CBS populatie en NTA norm	bijeenkomst H4	logies H5	winkel H3	zorg H6	sport H7	kantoor H10	onderwijs H8	industrie H9
1	Aantal cases	21.534	4.333	51.263	47.767	4.477	nvt	6.309	1.137
2	Aantal onderscheiden CBS gebouwtypen	3	1	14	3	(3 mee)	1	2	2
3	Aantal (bruikbare) NTA gelabelde cases	1.336	113	5.701	185	273	3.310	129	nvt
4	% NTA gelabeld	6%	3%	11%	0,4%	6%	nvt	2%	nvt
5	BENG2 Eindnorm 2050	75	130	60	50	90	55	70	nvt
6	Eindnorm valt binnen label	A3+	A2+	A4+	A3+/A4+	A2+	A3+	A3+	nvt
7	Aantal cases binnen dit label	9	2	0	3/0	10	13	0	nvt







³ Deze alternatieve methodiek zou getest kunnen worden binnen het aanstaande Dienstenconvenant, waar partijen nu met elkaar verkennen of sturing op gemiddelde jaarlijkse besparing op aardgasverbruik haalbaar en wenselijk is. Een dergelijke benadering lijkt aan te sluiten op de historische analyse die in deze rapportage voor sommige bouwcategorieën is meegenomen.

Tabel 1 geeft inzicht in de omvang van de onderzoekspopulaties. De rijen tonen per gebruiksfunctie (1) het aantal cases binnen het CBS databestand, (2) hoeveel gebouwtypen door CBS binnen een gebruiksfunctie zijn onderscheiden, (3, 4) hoeveel hiervan van een NTA label kon worden voorzien, (5,6), de voorgestelde NTA Eindnormering 2050 en binnen welk NTA-label deze valt (de focus voor een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik) en (7) hoeveel cases binnen de populatie al aan deze Eindnorm voldoen. De volgorde van de gebruiksfuncties volgt het afnemend gemiddeld verbruik van Tabel 2 en Figuur 1.

Afhankelijk van de relatieve grootte van de NTA gelabelde voorraad, zijn de volgende onderzoeksstrategieën toegepast:

- Wanneer de gelabelde voorraad boven de 10% ligt, is de niet-gelabelde voorraad via de statistische methode 'meervoudige imputatie' van een indicatief label voorzien (zie paragraaf 3.3.2).
- Wanneer de gelabelde voorraad groot genoeg was, is voor de zoektocht naar de belangrijkste beïnvloeden variabelen gebruik gemaakt van meervoudige lineaire regressie analyse (MLRA). De zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief vond dan plaats met een statistische toepassing, genaamd 'normalcdf (wordt in paragraaf 3.6.1 toegelicht).
- Wanneer de gelabelde voorraad relatief gezien klein was, was het niet zinvol om voorgaande methoden toe te passen. Bij de zoektocht naar de belangrijkste beïnvloeden variabelen werd dan gebruik gemaakt van (1) ervaringen vanuit de andere gebouwcategorieën en eerdere onderzoeken en (2) analyses van afnemende (gewogen) procentuele standaarddeviaties wanneer opgedeeld werd naar één of meerdere beïnvloedende variabelen. De zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief vond dan tegelijkertijd plaats, en was sterk afhankelijk van het aantal gelabelde cases.
- Omdat het aantal cases dat al voldoet aan de NTA Eindnorm laag is (zie Tabel 1), steunde de analyse altijd op trendmatigheden en extrapolaties.

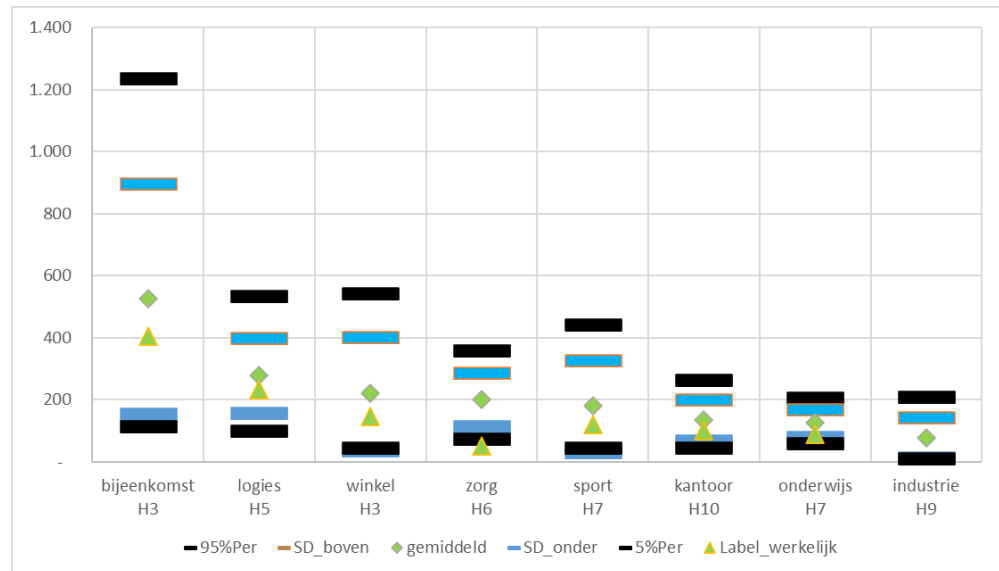
Tabel 2 Spreidingsmaten in kWh/m² per gebruiksfunctie

	Werkelijk verbruik (kWh/m ²) van:	bijeenkomst H4	logies H5	winkel H3	zorg H6	sport H7	kantoor H10	onderwijs H8	industrie H9
1	95%Per 	1.236	535	542	360	444	264	207	209
2	%SD	71%	44%	83%	43%	83%	49%	36%	83%
3	SD_boven 	898	399	402	287	328	202	170	143
4	gemiddeld 	526	278	220	201	180	136	125	78
5	Label_werkelijk 	404	234	145	50	120	100	88	
6	SD_onder 	154	157	38	115	32	70	80	13
7	5%Per 	114	101	45	74	45	46	59	12

In Tabel 2 wordt per gebruiksfunctie de gevonden spreidingsmaten voor het werkelijk verbruik in kWh/m² gegeven. Figuur 1 geeft hetzelfde visueel weer. Van boven naar beneden worden getoond: (1) het 95% percentiel van het werkelijk verbruik, (3) de bovenwaarde van de standaarddeviatie, (4) het gemiddelde voor de gehele populatie, (5) het gemiddeld werkelijk verbruik van de NTA labelklasse waarbinnen de NTA Eindnorm valt, (6) de onderwaarde van de standaarddeviatie en (7) het 5% percentiel. In deze volgorde neemt het verbruik af, zoals is te zien in Figuur 1.

In de tabel geeft (2) de procentuele standaarddeviatie [%SD] een indruk van de *relatieve* spreiding binnen de populatie. In zijn algemeenheid kan men stellen: 'hoe

kleiner en 'diverser' de populatie, hoe groter de spreiding, hoe meer 'onafhankelijke variabelen' nodig zijn om deze spreiding te kunnen verklaren, hoe lastiger het wordt een gelijkwaardig alternatief te vinden via de onderzochte route. Statistiekbijlage A gaat dieper in op percentielen en de standaarddeviatie. De volgorde van de gebruiksfuncties (van links naar rechts) is zodanig gekozen, dat het gemiddeld verbruik afneemt.



Figuur 1 De spreidingsmaten in kWh per gebruiksfunctie van Tabel 2 visueel weergegeven

1.5 Samenvatting per gebruiksfunctie:

Een uitgebreidere samenvatting van de resultaten wordt per gebruiksfunctie aan het eind van ieder hoofdstuk gegeven. De te beantwoorden vragen staan hierbij centraal. Per onderscheiden gebruiksfunctie volgt hieronder een beknopt overzicht van de belangrijkste bevindingen.

Resultaten winkelfunctie (hoofdstuk 3)

Onderwerp	Omschrijving	winkelfunctie
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	51.263
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	220
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	83%
populatie	Waarvan NTA label	5.701
populatie	% NTA gelabeld	11%
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik van deze gelabelde populatie, in kWh/m ²	216
populatie	Zijn er NTA labels geïmputeerd voor de niet-gelabelde voorraad?	ja
populatie	Het aantal onderscheiden CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	14 winkeltypen
BENG normering	De BENG Eindnorm 2050 voor deze gebruiksfunctie (kWh/m ²)	60
BENG normering	Bij deze Eindnorm horende NTA labelklasse	A4+
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik gevonden voor deze NTA-klasse	150
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), gelabelde voorraad	CBS bouwtype (voornamelijk onderscheid wel/geen food), grootte, label
Vraagstelling 2	Het deel van de spreiding dat met deze variabelen kan worden verklaard	36%
Vraagstelling 2	Dit is bepaald via de volgende methodiek	MLRA
Vraagstelling 3	Waar in deze rapportage is de tabel te vinden die aangeeft wat het werkelijk verbruik is voor de NTA labelklasse die bij de normstelling hoort? Dit met het gevraagde onderscheid naar de belangrijkste variabelen die de spreiding verklaren.	Tabel 16 in paragraaf 3.6.2.3 en Bijlage D
Vraagstelling 3	Hoeveel mogelijkheden zijn hierbij aanwezig, waarvoor ook een waarde is gevonden of kon worden bepaald?	98
Vraagstelling 3	Via welke achterliggende methode is deze tot stand gekomen?: Analyse van bestaande en geïmputeerde NTA labels	
Vraagstelling 4	Met welk maximaal werkelijk verbruik is er een gereede kans dat een gebouw binnen deze gebruiksfunctie na theoretische doorrekening van een NTA label wordt voorzien dat past bij deze BENG2 normstelling?	Deze waarde is niet realistisch aanwezig (zie hoofdstuk)
Vraagstelling 4	Hoe is deze uitspraak tot stand gekomen?: Via twee statistische benaderingen, zie paragraaf 3.6.1	
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	ja, voor de winkels_nonfood

Resultaten bijeenkomstfunctie (hoofdstuk 4)

Onderwerp	Omschrijving	bijeenkomst
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	21.534
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	526
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	71%
populatie	Waarvan NTA label	1.343
populatie	% NTA gelabeld	6%
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik van deze gelabelde populatie, in kWh/m ²	606
populatie	Zijn er NTA labels geïmputeerd voor de niet-gelabelde voorraad?	nee
populatie	Het aantal onderscheiden CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	3; cafés, cafetaria's en restaurants
BENG normering	De BENG Eindnorm 2050 voor deze gebruiksfunctie (kWh/m ²)	75
BENG normering	Bij deze Eindnorm horende NTA labelklasse	A3+
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik gevonden voor deze NTA-klasse	381
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), gelabelde voorraad.	grootte, CBS gebouwtipe, label
Vraagstelling 2	Het deel van de spreiding dat met deze variabelen kan worden verklaard	21%
Vraagstelling 2	Dit is bepaald via de volgende methodiek	analyse per variabele
Vraagstelling 3	Waar in deze rapportage is de tabel te vinden die aangeeft wat het werkelijk verbruik is voor de NTA labelklasse die bij de normstelling hoort? Dit met het gevraagde onderscheid naar de belangrijkste variabelen die de spreiding verklaren.	Tabel 33 in Paragraaf 4.9
Vraagstelling 3	Hoeveel mogelijkheden zijn hierbij aanwezig, waarvoor ook een waarde is gevonden of kon worden bepaald?	5
Vraagstelling 3	Via welke achterliggende methode is deze tot stand gekomen?: Analyse van bestaande NTA labels gevolgd door extrapolatie richting de normklasse	
Vraagstelling 4	Met welk maximaal werkelijk verbruik is er een gereede kans dat een gebouw binnen deze gebruiksfunctie na theoretische doorrekening van een NTA label wordt voorzien dat past bij deze BENG2 normstelling?	Deze waarde is niet realistisch aanwezig (zie hoofdstuk
Vraagstelling 4	Hoe is deze uitspraak tot stand gekomen?: Gevonden standaarddeviaties en gebruik makende van de opgedane ervaring met de winkelanalyse.	
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	nee

Resultaten logiesfunctie (hoofdstuk 5)

Onderwerp	Omschrijving	logiesfunctie
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	4,333
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	278
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	44%
populatie	Waarvan NTA label	86
populatie	% NTA gelabeld	2%
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik van deze gelabelde populatie, in kWh/m ²	264
populatie	Zijn er NTA labels geïmputeerd voor de niet-gelabelde voorraad?	nee
populatie	Het aantal onderscheiden CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	1; hotels
BENG normering	De BENG Eindnorm 2050 voor deze gebruiksfunctie (kWh/m ²)	130
BENG normering	Bij deze Eindnorm horende NTA labelklasse	A2+
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik gevonden voor deze NTA-klasse	234
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), gelabelde voorraad.	waarschijnlijk: gebouwtipe (hier niet beschikbaar), grootte, bezettingsgraad
Vraagstelling 2	Het deel van de spreiding dat met deze variabelen kan worden verklaard	Te weinig data en variabelen om te kunnen bepalen. ZIE OOK DISCUSSIE HOOFDSTUK RAPPORTAGE
Vraagstelling 3	Waar in deze rapportage is de tabel te vinden die aangeeft wat het werkelijk verbruik is voor de NTA labelklasse die bij de normstelling hoort? Dit met het gevraagde onderscheid naar de belangrijkste variabelen die de spreiding verklaren.	
Vraagstelling 4	Met welk maximaal werkelijk verbruik is er een gereede kans dat een gebouw binnen deze gebruiksfunctie na theoretische doorrekening van een NTA label wordt voorzien dat past bij deze BENG2 normstelling?	
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	ja

Resultaten zorgfunctie (hoofdstuk 6)

Onderwerp	Omschrijving	zorgfunctie
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	47.767
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	201
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	43%
populatie	Waarvan NTA label	185
populatie	% NTA gelabeld	0,4%
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik van deze gelabelde populatie, in kWh/m ²	182
populatie	Zijn er NTA labels geïmputeerd voor de niet-gelabelde voorraad?	nee
populatie	Het aantal onderscheiden CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	3; verpleging en verzorging (VV); gehandicaptenzorg (GHZ); geestelijke gezondheidszorg (GGZ)
BENG normering	De BENG Eindnorm 2050 voor deze gebruiksfunctie (kWh/m ²)	50
BENG normering	Bij deze Eindnorm horende NTA labelklasse	A3+ A4+
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik gevonden voor deze NTA-klasse	73
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), gelabelde voorraad	waarschijnlijk: grootte, wel/geen zwembad, onbekend
Vraagstelling 2	Het deel van de spreiding dat met deze variabelen kan worden verklaard	Te weinig data en variabelen om te kunnen bepalen. ZIE OOK DISCUSSIE HOOFDSTUK RAPPORTAGE
Vraagstelling 3	Waar in deze rapportage is de tabel te vinden die aangeeft wat het werkelijk verbruik is voor de NTA labelklasse die bij de normstelling hoort? Dit met het gevraagde onderscheid naar de belangrijkste variabelen die de spreiding verklaren.	
Vraagstelling 4	Met welk maximaal werkelijk verbruik is er een gereede kans dat een gebouw binnen deze gebruiksfunctie na theoretische doorrekening van een NTA label wordt voorzien dat past bij deze BENG2 normstelling?	
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	ja

Resultaten sportfunctie (hoofdstuk 7)

Onderwerp	Omschrijving	sportfunctie
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	4.477
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	180
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	83%
populatie	Waarvan (bruikbaar) NTA label	273
populatie	% NTA gelabeld	6%
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik van deze gelabelde populatie, in kWh/m ²	182
populatie	Zijn er NTA labels geïmputeerd voor de niet-gelabelde voorraad?	nee
populatie	Het aantal onderscheiden of beschikbare CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	7 binnensport, waarvan er 3 zijn gebruikt voor de analyse ('sporthallen met zaalsport', 'sporthallen met overige sport' en 'fitnesslocaties')
BENG normering	De BENG Eindnorm 2050 voor deze gebruiksfunctie (kWh/m ²)	90
BENG normering	Bij deze Eindnorm horende NTA labelklasse	A2+
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik gevonden voor deze NTA-klasse	73
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), binnen gelabelde voorraad.	CBS gebouwtype, met name wel/geen zwembad
Vraagstelling 2	Het deel van de spreiding dat met deze variabelen kan worden verklaard	Te weinig data en/of afnemend trendmatig energiegebruik naar betere labels om te kunnen bepalen
Vraagstelling 3	Waar in deze rapportage is de tabel te vinden die aangeeft wat het werkelijk verbruik is voor de NTA labelklasse die bij de normstelling hoort? Dit met het gevraagde onderscheid naar de belangrijkste variabelen die de spreiding verklaren.	
Vraagstelling 4	Met welk maximaal werkelijk verbruik is er een gereede kans dat een gebouw binnen deze gebruiksfunctie na theoretische doorrekening van een NTA label wordt voorzien dat past bij deze BENG2 normstelling?	ZIE OOK DISCUSSIE HOOFDSTUK RAPPORTAGE
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	nee

Resultaten onderwijsfunctie (hoofdstuk 8)

Onderwerp	Omschrijving	onderwijsfunctie
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	6.309
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	125
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	36%
populatie	Waarvan (bruikbaar) NTA label	129
populatie	% NTA gelabeld	2%
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik van deze gelabelde populatie, in kWh/m ²	125
populatie	Zijn er NTA labels geïmputeerd voor de niet-gelabelde voorraad?	nee
populatie	Het aantal onderscheiden of beschikbare CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	2; basis- en voortgezet onderwijs. Hierbij is het speciaal onderwijs en zijn de brede scholen niet meegenomen.
BENG normering	De BENG Eindnorm 2050 voor deze gebruiksfunctie (kWh/m ²)	70
BENG normering	Bij deze Eindnorm horende NTA labelklasse	A3+
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik gevonden voor deze NTA-klasse	88
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), binnen gelabelde voorraad.	grootteklasse, bezettingsgraad, onderwijstype
Vraagstelling 2	Het deel van de spreiding dat met deze variabelen kan worden verklaard	
Vraagstelling 3	Waar in deze rapportage is de tabel te vinden die aangeeft wat het werkelijk verbruik is voor de NTA labelklasse die bij de normstelling hoort? Dit met het gevraagde onderscheid naar de belangrijkste variabelen die de spreiding verklaren.	te weinig data om te kunnen bepalen ZIE OOK DISCUSSIE HOOFDSTUK RAPPORTAGE
Vraagstelling 4	Met welk maximaal werkelijk verbruik is er een gereede kans dat een gebouw binnen deze gebruiksfunctie na theoretische doorrekening van een NTA label wordt voorzien dat past bij deze BENG2 normstelling?	
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	ja

Resultaten industriefunctie (hoofdstuk 9)

De industriefunctie is niet labelplichtig. Alleen van toepassing zijnde informatie wordt getoond.

Onderwerp	Omschrijving	industriefunctie
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	1.137
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	78
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	83%
populatie	Het aantal onderscheiden of beschikbare CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	logistiekvastgoed' met- en zonder (product) koelfunctie. Bijv. distributiecentra, koel en vrieshuizen, 'sapterminals'
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), binnen gelabelde voorraad.	CBS bouwtype (wel/geen productkoeling)
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	nee

Resultaten kantoorfunctie (hoofdstuk 10)

Onderwerp	Omschrijving	kantoorfunctie
populatie	Beschikbare populatiegrootte via het CBS	3.310 (gelabeld)
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik hiervan, in kWh/m ²	136 (gelabeld)
Vraagstelling 1	Procentuele standaarddeviatie (de spreiding) hierin	49%
populatie	Waarvan (bruikbaar) NTA label	3.310
populatie	% NTA gelabeld	100%
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik van deze gelabelde populatie, in kWh/m ²	136
populatie	Zijn er NTA labels geïmputeerd voor de niet-gelabelde voorraad?	nvt
populatie	Het aantal onderscheiden of beschikbare CBS-typen binnen deze gebruiksfunctie	enkel 'kantoor', met onderscheid naar SBI sectoren
BENG normering	De BENG Eindnorm 2050 voor deze gebruiksfunctie (kWh/m ²)	55
BENG normering	Bij deze Eindnorm horende NTA labelklasse	A3+
Vraagstelling 1	Gemiddeld werkelijk verbruik gevonden voor deze NTA-klasse	100
Vraagstelling 2	Belangrijkste (beschikbare) variabelen die de spreiding verklaren in het werkelijk verbruik (in afnemende volgorde van hun individuele bijdrage), binnen gelabelde voorraad.	Labelklasse & grootteklasse. Bezettingsgraad & eigen server beter onderzoeken.
Vraagstelling 2	Het deel van de spreiding dat met deze variabelen kan worden verklaard: 13%; verhoogd tot 20% wanneer additionele variabelen worden meegenomen	
Vraagstelling 2	Dit is bepaald via de volgende methodiek	MLRA
Vraagstelling 3	Waar in deze rapportage is de tabel te vinden die aangeeft wat het werkelijk verbruik is voor de NTA labelklasse die bij de normstelling hoort? Dit met het gevraagde onderscheid naar de belangrijkste variabelen die de spreiding verklaren.	In Tabel Tabel 107 paragraaf 10.7 en in Bijlage H.3
Vraagstelling 3	Hoeveel mogelijkheden zijn hierbij aanwezig, waarvoor ook een waarde is gevonden of kon worden bepaald?	4
Vraagstelling 3	Via welke achterliggende methode is deze tot stand gekomen? Analyse van bestaande NTA labels gevolgd door extrapolatie richting de normklasse	
Vraagstelling 4	Met welk maximaal werkelijk verbruik is er een gereede kans dat een gebouw binnen deze gebruiksfunctie na theoretische doorrekening van een NTA label wordt voorzien dat past bij deze BENG2 normstelling?	Deze norm is niet aanwezig
Vraagstelling 4	Hoe is deze uitspraak tot stand gekomen?: Gevonden standaarddeviaties en gebruik makende van de opgedane ervaring met de winkelanalyse.	
Monitoring gehele sector	Geëxperimenteerd met (jaarlijkse) monitoring gehele sector op basis van bouwjaren?	nee

1.6 Aanbevelingen

De aspecten die bij de algemeen geldende conclusies van paragraaf 1.3 zijn benoemd en die de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief via de gevolgde methodiek lastig hebben gemaakt, zijn ook aanbevelingen om aan te werken. In paragraaf 11.2 worden specifieke aanbevelingen per gebruiksfunctie opgesomd, die voornamelijk betrekking hebben op:

- Gebouwtypen die binnen de gevraagde gebruiksfuncties (zie paragraaf 2.2) niet beschikbaar waren om mee te nemen, bijv. het MBO binnen de onderwijsfunctie en binnen de bijeenkomstfunctie bijv. culturele- en religieuze gebouwen.
- De observatie dat bepaalde gebouwtypen binnen een gebruiksfunctie extra aandacht verdienen omdat het verbruik ervan opvallend veel hoger is, bijv. de winkels_ *food* ten opzichten van de winkels_ *nonfood* en zwembaden binnen de sportfunctie.
- Het feit dat er geen labelplicht is voor de industrie functie (binnen de Dienstensector), met het accent op de vele logistieke bedrijfshallen voor opslag, overslag en koeling in het land.
- Het uitgangspunt van het CBS dat juist de kantoren lastig zijn te vangen binnen een valide dataset, waar beter naar gekeken moet worden.

2 Inleiding

2.1 Aanleiding tot dit onderzoek

Onlangs is er een nieuwe rekenmethodiek geïntroduceerd waarmee een energielabel wordt afgegeven. Deze methodiek, de NTA8800 genaamd, berekent diverse energieverbruikswaarden, gedefinieerd als BENG1, BENG2 en BENG3. In veel situaties zal sturing en handhaving op werkelijk verbruik eenvoudiger en kosten-effectiever zijn dan sturing en handhaving op maatregelen (NTA 8800)

Tijdens de introductie van deze methodiek is een BENG2 norm gesteld waar nieuwbouw per direct (1 januari 2021) aan moet voldoen. In 2050 zullen bestaande gebouwen ook een voorgestelde Eindnorm moeten voldoen, die overeenkomt met, of net wat minder streng is dan deze norm voor nieuwbouw.

In dit project zijn we op zoek gegaan naar een *gelijkwaardig alternatief* voor deze Eindnorm, uitgedrukt in het werkelijke verbruik. Het werkelijk verbruik wordt hierbij gedefinieerd als het totaal gas- en elektriciteitsverbruik aan de meter, uitgedrukt in kWh/m² energiegebruik. Een eventuele teruglevering van eigen opgewekte elektriciteit is hiervan afgetrokken. Een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk energiegebruik is eenvoudiger en goedkoper te implementeren.

2.2 Te analyseren gebouwcategorieën en belangrijkste onderzoeksvragen

Bij de zoektocht naar het gelijkwaardige alternatief wordt een bepaalde methodiek gevolgd, waarbij samengevat de volgende onderzoeksvragen beantwoord dienen te worden:

- 1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen.
- 2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.
- 3 Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m², bij de door BZK voorgestelde Eindnormering 2050 (NTA 8800 - BENG 2 normwaardes per gebouwcategorie).
- 4 Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 Eindnorm 'als bovenwaarde zal hebben'.

De wens is deze analyse uit te voeren voor 8 gebouwcategorieën, die een relatie hebben met het gebruiksdoel in de labelmethodiek:

- 1 Winkelfunctie
- 2 Bijeenkomstfunctie anders dan kinderopvang
- 3 Gezondheidszorgfunctie met bedgebied
- 4 Kantoorfunctie
- 5 Logiesfunctie in een logiesgebouw
- 6 Onderwijsfunctie
- 7 Sportfunctie
- 8 Industriefunctie anders dan energie-intensieve maak- of procesindustrie of datacenters.

Voor de gevolgde methodiek is het van belang over een ‘zo puur mogelijke’ dataset te beschikken. Hiermee wordt bedoeld dat bijv. een onderwijsgebouw niet vermengd is met de sportfunctie, en visa versa. Op deze manier wordt er naar een gelijkwaardige norm per ‘zuivere’ gebruiksfunctie gezocht; één voor sec de onderwijs- en één voor sec de sportfunctie. Wanneer bij de praktische uitvoering van een toekomstig gelijkwaardig alternatief een gebouw wordt beoordeeld dat voor 80% de onderwijs- en voor 20% de sportfunctie heeft, zal het werkelijk energiegebruik dat past bij het gelijkwaardige alternatief uit dezelfde verhoudingen bestaan. Dit is niet anders dan in de huidige labelmethodiek.

Noot: er zijn mogelijke alternatieve routes om tot een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk energiegebruik te komen. Alhoewel één mogelijk alternatief verkend wordt, is deze vraagstelling verder geen onderdeel van deze studie.

2.3 NTA 8800 methodiek en het BENG2 verbruik

De huidige bestaande energielabels zijn berekend met de rekenkern van ISSO 75.3 (basismethode) en NEN 7120 (detailmethode). Met de NTA 8800 is er echter een nieuwe rekenmethode ontwikkeld voor de bepaling van de energieprestatie van een gebouw. Via de zogenaamde ‘NTA inijkingstudie’ is een deel van de bestaande labels omgezet naar een NTA label (RVO, 2019) waar we gebruik van maken in dit onderzoek (zie ook bijlage B.5.1). De NTA 8800 is ingegaan op 1 januari 2021. De methodiek berekent diverse energieverbruikswaarden, waaronder een BENG1, BENG2 en BENG3.

BENG2 berekent het primair energiegebruik nodig voor de gebouwgebonden functies die meegenomen worden in NTA 8800, met aftrek van zelf opgewekte duurzame elektriciteit⁴. Tabel 3 toont wat in algemene zin aan gebouwgebonden verbruik wordt meegenomen binnen deze en voorgaand labelmethodiek.

Tabel 3 Opsomming van veelvoorkomende energiefuncties in een gebouw. Hierin is tevens te zien dat het energielabel slechts een beperkt deel van de energiefuncties omvat (RVO, 2011).

Gebouwgebonden energiegebruik		Gebruikersenergie
Verwarming	EPN & energielabel	Automatiseringsapparatuur
Koeling		Speciale computerfaciliteiten
Binnenverlichting		Noodstroomvoorzieningen
Warmtapwater		Keuken en bedrijfsrestaurant
Ventilatoren		Distributieruimten
Pompen		Sport- en ontspanningsfaciliteiten
Bevochtiging		
Liften		Telecommunicatie
Roltrappen en rolpaden		Lokale keukens
Buitenverlichting		Automaten (koffie, snacks)
Koel- en vriesopslag		e.a.
Overdekte parkeergarage		
e.a.		

⁴ De BENG waarden verwijzen naar *nieuwbouweisen*, het equivalent voor bestaande bouw wordt uitgedrukt in respectievelijk EP1, EP2 en EP3. De berekening voor BENG2 en EP2 is echter hetzelfde (zie rvo.nl).

Anders dan met de vorige methodiek, liggen de verbruiksgrenzen vast binnen een labelklasse. Tabel 4 geeft dit weer voor de gebruiksfuncties 'zorg met bed functie' en 'winkels'.

In de NTA8800 is de labelklasse (de letter) direct gekoppeld aan het berekend primair energiegebruik per vierkante meter gebruiksoppervlakte. Voor een kantoor geeft 220 kWh/m² bijvoorbeeld altijd een C-label, ongeacht de grootte of de vorm van het gebouw. Dit is een essentieel verschil in vergelijking tot de EPC/EPA/EPG methodiek. Bij deze methodieken werd het label (de EPC, de EI) afgeleid uit het berekend energiegebruik gerelateerd aan gebruiks- én verliesoppervlakte. Eenvoudig uitgelegd kon een hoekwoning met een hoger berekend verbruik dan een verder identieke tussenwoning toch op het zelfde label (EPC, EI) uitkomen. Binnen de NTA methodiek is dit principieel anders uitgewerkt: een hoekwoning moet eenvoudigweg meer doen om hetzelfde NTA label te halen dan een tussenwoning. Dit verschil heeft invloed op de analysestrategie.

Tabel 4 Klassenindeling energielabel utiliteitsgebouwen winkels (BZK, 2020a)

	6. zorg met bed	7. winkel
Letter of lettercombinatie	Primair fossiel energiegebruik (in kWh/m ² .jr)	
A+++++	Kleiner of gelijk aan 0,00	Kleiner of gelijk aan 0,00
A++++	0,01 t/m 90,00	0,01 t/m 60,00
A+++	90,01 t/m 180,00	60,01 t/m 120,00
A++	180,01 t/m 270,00	120,01 t/m 180,00
A+	270,01 t/m 360,00	180,01 t/m 240,00
A	360,01 t/m 430,00	240,01 t/m 285,00
B	430,01 t/m 470,00	285,01 t/m 315,00
C	470,01 t/m 530,00	315,01 t/m 355,00
D	530,01 t/m 595,00	355,01 t/m 395,00
E	595,01 t/m 655,00	395,01 t/m 435,00
F	655,01 t/m 715,00	435,01 t/m 475,00
G	Groter dan 715,00	Groter dan 475,00

Tabel 5 toont in de laatste kolom de voorgestelde BENG2 Eindnorm 2050 per gebruiksfunctie. Die van winkels ligt bij 60 kWh/m². Het huidige voorstel is dat de nu bestaande winkels in 2050 ook naar dit niveau zijn gerenoveerd. Uit voorgaande tabel volgt dat dit voor BENG uitkomt op minimaal NTA energielabel A++++.

Tabel 5 Voorgestelde BENG2 Eindnorm per gebruiksfunctie (BZK, 2020b)

Gebruiksfunctie	Kosten-optimale bandbreedte BENG 2 indicator (excl. PV)	BENG 2 (niewbouweis 2021)	Voorstel numerieke waarde BENG 2
Kantoor	55 - 100	≤ 40	≤ 55
Winkel	55 - 90	≤ 60	≤ 60
Sport	75 - 140	≤ 90	≤ 90
Onderwijs	70 - 125	≤ 70	≤ 70
Bijeenkomst	75 - 95	≤ 60	≤ 75
Bijeenkomst kinderopvang	95 - 155	≤ 70	≤ 95
Zorg zonder bedgebied	50 - 85	≤ 50	≤ 50
Zorg met bedgebied	160 - 245	≤ 130	≤ 160
Celfunctie	130 - 180	≤ 120	≤ 130
Logiesgebouw	125 - 165	≤ 130	≤ 130
Andere logiesfunctie	60 - 75	≤ 40	≤ 60
waarden van tabel in kWh/m2.jr			

De belangrijkste vraag in dit onderzoek is welk werkelijk energieverbruik een winkel maximaal mag hebben, wil het met x% zekerheid onder deze BENG2 Eindnorm uitkomen. Belangrijke verschillen tussen de twee typen verbruik is:

- BENG2 is omgezet naar een primair verbruik; het werkelijk verbruik niet.
- BENG2 betreft alleen het gebouwgebonden verbruik, terwijl het verbruik aan de meter het totaal verbruik is, dus inclusief 'niet gebouwgebonden verbruik', ook wel 'gebruikersgebonden verbruik' genoemd.
- De NTA8800 methodiek kent alleen de jaartotalen voor gebouwgebonden verbruik. Als er in een jaar méér wordt opgewekt dan gebouwgebonden nodig is, wordt er in de NTA-context teruggeleverd. Maar in de praktijk zal er bijna altijd sprake zijn van teruglevering op enig moment in het jaar, en zal dit bovendien afhankelijk zijn van zowel gebouwgebonden als niet-gebouwgebonden elektriciteitsverbruik.

Ondanks deze verschillen in BENG2 en werkelijk verbruik, is de verwachting dat beiden zullen afnemen, wanneer het energielabel beter is. Als dit zo is, kan er een trendmatigheid worden gelegd tussen de twee typen verbruiken. In dit onderzoek zoeken we een 'gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik' waarbij geldt dat met 90% zekerheid een uitgerekend BENG2 verbruik onder de voorgestelde Eindnorm zal liggen.

2.4 Algemene leeswijzer

De winkels zijn als eerste uitgewerkt en leverden zodoende qua methodiek de blauwdruk voor de gebouwcategorieën die volgden. De winkels zijn daarom binnen Hoofdstuk 3 uitvoerig uitgewerkt, waarbij naast de resultaten ook de toegepaste methodiek wordt toegelicht. De hoofdstukken die volgen geven per gebouwcategorie enkel de antwoorden op de hoofdvragen die steeds hetzelfde blijven (verwoord in paragraaf 2.2).

Naast het beantwoorden van deze hoofdvragen is voor een aantal gebouwcategorieën is ook gekeken naar het gemiddeld verbruik door de jaren

heen. Voor de zorgfunctie (hoofdstuk 6) is dit het uitgebreidst gedaan vanwege een databehoeftte in een parallel lopend project.

In de bijlagen zijn onderwerpen verwerkt die op elke gebouwcategorie van toepassing zijn. Bijlage A geeft een beknopt inzicht in de statistiek in algemene bewoording, waarmee niet-statistici de beschreven statistisch uitkomsten beter kunnen volgen. Bijlage B verwoordt de 'Inrichting, afbakening en verrijking van het CBS analysebestand'. Deze is weliswaar afgestemd op de winkels, maar is grotendeels ook van toepassing op de andere gebouwcategorieën. Waar deze afwijkt, wordt dit kenbaar gemaakt. Hierna volgen bijlagen die relaties hebben met de onderscheiden gebouwcategorieën, en dus met de diverse hoofdstukken. In de hoofdstukken wordt hiernaar verwezen.

2.5 Afkortingen en begrippen

BAG	- de basisregistratie adressen en gebouwen
vbo	- een verblijfsobject in de BAG
vboID of vboID	- het ID-nummer van een verblijfsobject
90%BI	- 90% betrouwbaarheidsinterval
m ² bvo	- m ² bruto vloer oppervlak
m ² go	- m ² gebruiksoppervlak
m ² Ag	- de eenheid gebruikt in de labelmethodiek om het aantal m ² gebruiksoppervlak mee aan te duiden
EPA	- de al sinds jaren bestaande labelmethodiek
NTA	- de nieuw ontwikkelde labelmethodiek
BENG	- Bijna Energie Neutrale Gebouwen
Vormfactor	- De vormfactor is gedefinieerd als [het totale verliesoppervlak, gedeeld door het gebruiksoppervlak]. Hierbij tellen vloeren die grenzen aan grond of kruipruimte mee voor 70%. Bij een gelijkblijvend gebruiksoppervlak maar lager verliesoppervlak (dus lagere vormfactor) is het verbruik voor ruimteverwarming relatief gezien lager.

Beschrijving BENG (gebouwenenergiprestatie.nl)

BENG 1. Energiebehoefte: de hoeveelheid energie die een gebouw nodig heeft voor verwarming en koeling, uitgedrukt in 'thermische' kWh per m² gebruiksoppervlakte per jaar. Deze indicator gaat over het beperken van de energievraag van het gebouw zelf.

Aandachtspunten: stedenbouwkundig ontwerp, oriëntatie, compact ontwerp, schilisolatie, luchtdichtheid, zomernachtventilatie, ventilatiesysteem en zonwering.

BENG 2. Primair (gebouwwegbonden) energiegebruik: de hoeveelheid fossiele brandstof in kWh per m² gebruiksoppervlakte per jaar die nodig is voor verwarming, koeling, warm water, ventilatie, bevochtiging, ontvochtiging.

Aandachtspunten: efficiënte installaties, warmteafgifte op lage temperatuur, warmwater met korte leidingen en warmteterugwinning en toepassing van hernieuwbare energie.

BENG 3. Aandeel hernieuwbare energie: het percentage (in procenten) hernieuwbare energie van het totale energiegebruik.

Aandachtspunten: toepassing van PV, zonneboiler, bodemenergie, omgevingswarmte, biomassa en externe warmtelevering (mits hernieuwbaar).

Noot: de BENG waarden verwijzen naar nieuwbouweisen, het equivalent voor bestaande bouw wordt uitgedrukt in respectievelijk EP1, EP2 en EP3. De berekening voor BENG2 en EP2 is echter hetzelfde (zie [rvo.nl](https://www.rvo.nl)).

3 De winkelfunctie

3.1 Leeswijzer en Inleiding gebouwcategorie 'winkels'.

Inleiding

De inleiding voor deze eerste gebouwcategorie is verwerkt in Bijlage B. Hierin wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de inrichting, afbakening en verrijking van het CBS analysebestand voor winkels. Veel van de genoemde aspecten zijn ook van toepassing op de andere gebouwcategorieën in de hoofdstukken die nog volgen. De winkels zijn door het CBS onderverdeeld naar 14 winkeltypen. Bijlage C.1 toont de relatie tussen deze winkeltypen en de branches die door [Locatus.nl](https://locatus.nl) worden onderscheiden. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen.

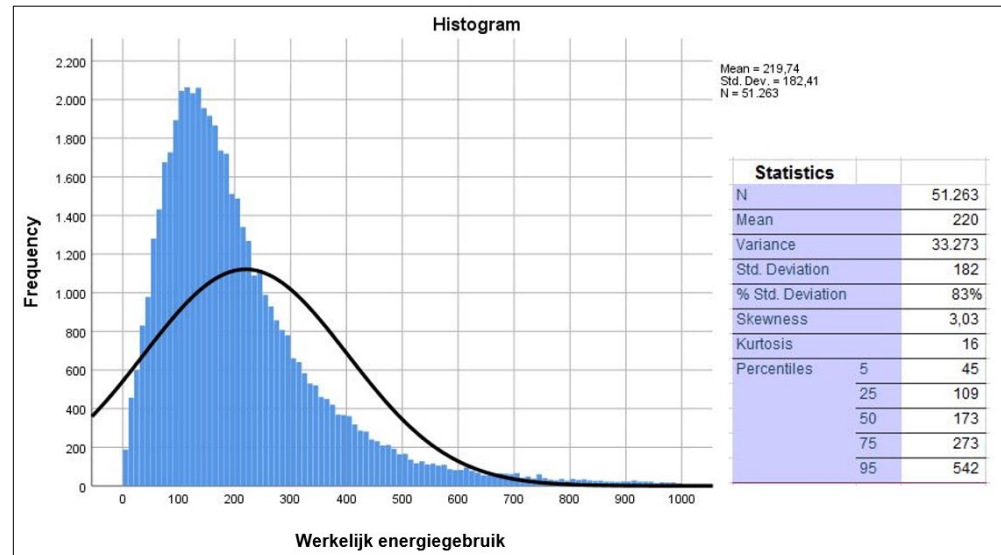
Leeswijzer

Onderstaande beschrijving van de paragrafen geeft ook een eerste indruk van de gevolgde methodiek. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in paragraaf 2.2.

- Paragraaf 3.2 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: 'Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen'.
- Slechts 10% van de winkelvoorraad is voorzien van een NTA label; paragraaf 3.3 en 3.3.2 leggen uit hoe we de niet gelabelde winkels van een *indicatief* NTA label hebben voorzien. De eerste doet dit door A_met_plusjes toe te voegen via een rekenkundige truc vanuit de bestaande EPA labels, de tweede via de statistische methode genaamd 'imputatie'.
- Hierna waren we in staat om via een Meervoudige Lineaire Regressie Analyse (MLRA) de belangrijkste variabelen te vinden, die het werkelijk verbruik beïnvloeden. Dit is uitgewerkt in paragraaf 3.4, wat ook de uitwerking van de tweede onderzoeksvraag is. De MLRA wordt in algemene zin toegelicht in Bijlage A.3.2.2.
- De MLRA is ook gebruikt om de derde onderzoeksvraag uit te werken in paragraaf 3.5: 'Stel een tabel op voor de gevonden belangrijkste beïnvloedende variabelen, resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m².' Middels een Excel die is ontwikkeld kan de gebruiker het gemiddelde werkelijk verbruik vinden voor iedere combinatie van 15 winkeltypen, 7 grootteklassen en 12 NTA labels. Voor de 98 mogelijke winkeltypen/grootteklassen-combinaties is in Bijlage A weergegeven welk gemiddeld werkelijk verbruik een winkel in NTA labelklasse A4+ heeft. Dit is de labelklasse die start met de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m².
- Paragraaf 3.6 gaat in op de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik; de hoofdvraag. Eerste wordt de hiervoor toegepaste methodiek in 3.6.1 uitgelegd, waarna de resultaten volgen in paragraaf 3.6.2.
- Paragraaf 3.7 wijkt af van voorgaande paragrafen en verkent de mogelijkheden om het energieverbruik te monitoren op basis van bouwjaren. Iets dergelijk zou parallel kunnen lopen aan andere initiatieven.
- In paragraaf 3.8 volgt de samenvatting. De originele vier onderzoeksvragen zullen worden herhaald, met beknopt de resultaten.

3.2 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding gehele populatie

Figuur 2 toont de frequentietabel voor het werkelijk verbruik van de gehele beschikbare winkelpopulatie. De zwarte lijn wordt door SPSS ingetekend en toont de ideale normaalverdeling, waar deze winkelpopulatie sterk van afwijkt.



Figuur 2 Histogram werkelijk verbruik voor de gehele beschikbare winkelpopulatie en de gerelateerde spreidingsmaten

Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze winkelpopulatie op 220 kWh/m². De winkelpopulatie is erg divers, denk aan de food_winkels als bakkers en supermarkten, en aan nonfood_winkels als schoen- en speelgoedwinkels. Bovendien zijn winkels gemiddeld gezien klein, en juist bij kleinere gebouwen is de spreiding in het werkelijk verbruik relatief gezien nóg groter. Denk ook aan de variatie in het niet-gebouwgebonden verbruik (wel/geen voedselbereiding en productkoeling). Mede daarom is de spreiding, uitgedrukt als de variatiecoëfficiënt met 83% erg groot. De variatiecoëfficiënt wordt ook wel de procentuele standaarddeviatie genoemd en wordt berekend door de standaarddeviatie te delen door het gemiddelde. Zie verder het hoofdstuk over statistiek in de hoofdreportage.

Omdat er geen sprake is van een normaalverdeling, is de standaarddeviatie niet een geweldige indicator voor de mate van de spreiding. Daarom wordt de lezer ook gewezen op de grote spreiding die in het 5 en 95 percentiel kan worden gevonden; deze range loopt van 45 tot 542 kWh/m².

3.3 A_plusjes toevoegen aan de populatie

3.3.1 Vanuit de NEN detailmethode

De BENG2 Eindnorm is met 60 kWh/m² zo scherp gelegd (label A++++), dat er binnen de beschikbare winkelpopulatie maar 4 winkels zijn die hier nu al aan voldoen (Tabel 8). De beschikbare NTA labels in het onderzoeksbestand zijn afkomstig van de inijkingstudie van W/E adviseurs. In de 'oude' labelmethodiek werd ISSO 75.3 toegepast om een label G t/m A te bepalen. Wanneer hier een A-label uit voortkwam, kon met de detailmethode van NEN 7120 bepaald worden of er

aanvullend ook plusjes mochten worden toegekend. De populatie die is doorgerekend met NEN 7120 is niet meegenomen in de NTA-inijkingstudie (zie tabel Tabel 6). Hierdoor missen we de meeste A_plusjes in ons onderzoeksbestand.

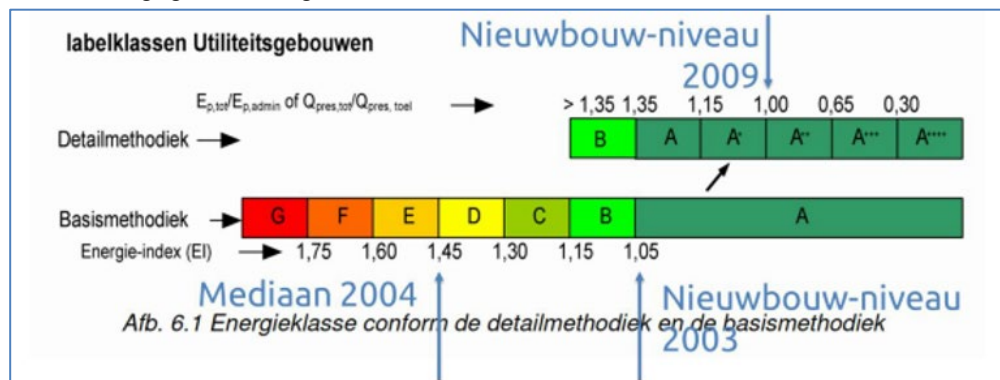
Tabel 6 Overzicht welke bestaande labels zijn omgezet naar een NTA8800 label.

Methoden achter de bestaande labels	Meegenomen in de NTA inijkingstudie?
Methoden EP en EPA zijn van vóór 2015	nee
Methode ISSO 75.3 betreft de 'basismethode' en gaat tot en met label A	ja, sommigen hebben plusjes gekregen
Methode NEN7120 betreft de 'gedetailleerde methode' en verleent de plusjes	nee

Via een rekenkundige truc op basis van verhoudingsgetallen aangeleverd door W/E adviseurs hebben we de NEN 7120 labels die het CBS al bezat, omgezet naar een NTA label:

$$[BENG2_gerelateerd_aan_detailmethode] = \frac{EI_detailmethode}{1,35} * [BENG2_winkels_startwaarde_NTA_A]$$

Deze formule is afgeleid van de methodiek gehanteerd bij de NTA-inijkingstudie, zoals weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Omzetten van NEN- naar NTA labels

Tabel 8 in paragraaf 3.3.3 toont de toename in de A_plusjes na toepassing van deze strategie.

Verschillen NEN 7120 en NTA 8800 methodiek qua gebruiksfuncties

Noot dat de gebruiksfuncties van NEN 7120 en NTA niet altijd overeenkomen, zoals weergegeven in Tabel 7. Bij het op deze wijze toekennen van A_plusjes moet hier (bij de volgende gebruiksfuncties) rekening mee worden gehouden.

Tabel 7 Gebruiksfuncties ISSO en NTA (Nuiten, 2020)

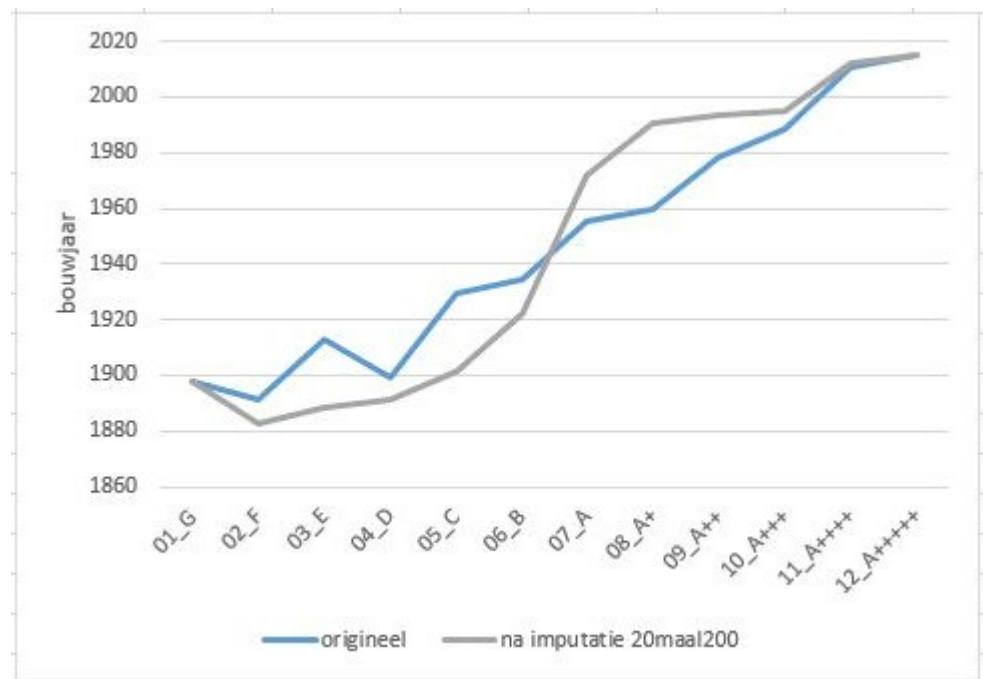
Hoofdfunctie ISSO 75.3	Hoofdfunctie NTA8800
Winkel	Winkel
Onderwijs	Onderwijs
Kantoor	Kantoor
Bijeenkomst overig	Bijeenkomst
Bijeenkomst met alcoholgebruik	Bijeenkomst
Logies	Logies
Gezondheidszorg niet klinisch	Zorg overig
Sport (matig verwarmd)	Sport
Sport (anders)	Sport
Gezondheidszorg klinisch	Zorg met bed

3.3.2 *Middels meervoudige imputatie*

Middels de statistische bewerking 'meervoudige imputatie' is de niet-gelabelde voorraad van een indicatieve waarde voor BENG2 en het bijbehorende energielabel voorzien. In Bijlage A.4 wordt uitgelegd wat meervoudige imputatie omvat. Op deze wijze hebben we nu maar liefst ruim 51.000 winkels met een BENG2 waarde, waarmee ook het aandeel aan A_plusjes is toegenomen. De spreiding in de data is hierbij behouden, wat belangrijk voor de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief met 90% zekerheid (zie de bijlage).

Een grote populatie is wenselijk, vanwege de opdeling naar beïnvloedende variabelen. Wanneer je bijv. rekening houdt met de twee belangrijkste beïnvloedende variabelen '14-winkeltypen' en '7-grootteklassen', moet je de gehele voorraad verdelen over 98 subcategorieën. Daarna volgt een verdere verdeling over de 12 NTA labelklassen omdat we specifiek geïnteresseerd zijn in het gemiddeld verbruik van (en de spreiding binnen) NTA label A4+.

Nadat de statistische checks zijn uitgevoerd om te controleren of deze vorm van imputeren geschikt is (zie de bijlage), is een aanvullende check vanuit het werkveld toegevoegd. We hebben geanalyseerd wat het gemiddeld bouwjaar per labelklasse is voor de *originele* gelabelde populatie, en voor de finale *geïmputeerde* populatie. Figuur 4 toont dat hier 'logica' achter schuilt.



Figuur 4 gemiddeld bouwjaar per labelklasse originele- en geïmputeerde populatie

3.3.3 Resultaat A_plusjes toevoegen

Tabel 8 toont in de laatste kolom de toename in de A_plusjes na toepassing van de twee strategieën verwoord in deze paragraaf.

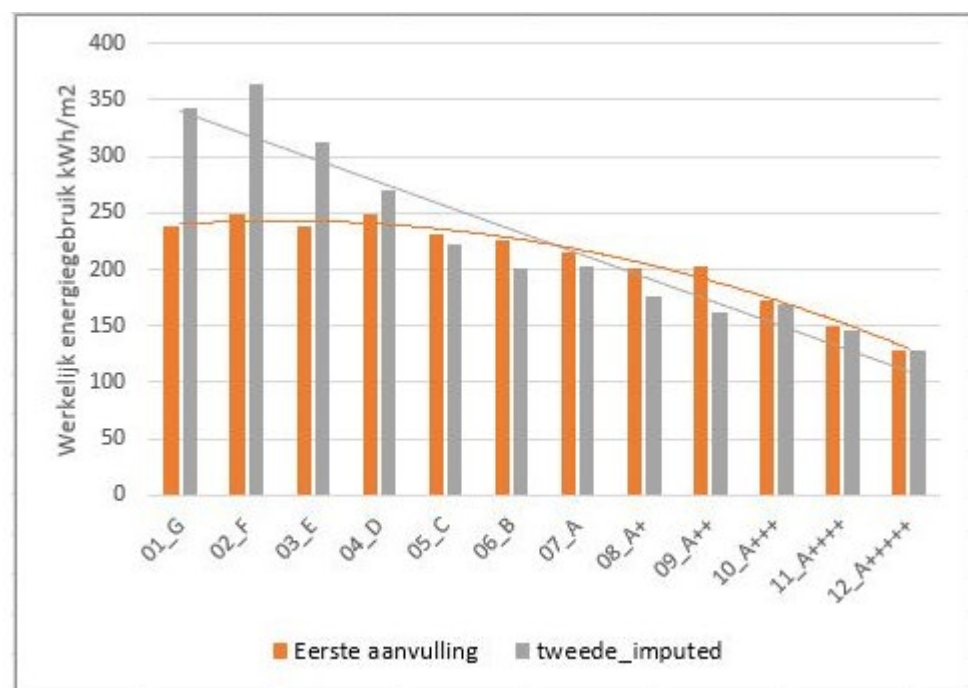
Tabel 8 Originele populatiegrote gelabelde winkels en de toename na de toegepaste strategieën van paragraaf 3.3 en 3.3.2

NTA label	N_origineel	N_na toevoeg A_plus vanuit detailmethode	N_na imputatie 20 maal 200
01_G	377	377	414
02_F	221	221	653
03_E	335	336	2.252
04_D	457	457	8.431
05_C	623	623	14.123
06_B	598	599	6.706
07_A	1.014	1.016	7.316
08_A+	1.253	1.260	8.515
09_A++	634	752	2.487
10_A+++	185	276	373
11_A++++	4	15	21
12_A+++++	-	3	3
Totaal	5.701	5.935	51.294

Met deze vergrote populatie hebben we betere mogelijkheden om op zoek te gaan naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik. We hebben nu gemiddeld 890 winkels per winkeltype/grootteklasse-combinatie, in plaats van 89.

Het is echter niet zo, dat er nu ineens vele A4+ labels bij zijn gekomen; dat zou juist onlogisch zijn. Sterker nog, er zijn er slechts 6 bijgekomen^{5,6}.

Figuur 5 toont ter illustratie het gemiddeld werkelijk verbruik per NTA labelklasse, voor de populatie na de eerste-, en tweede aanvulling. Goed om te beseffen is dat beiden 'correct' zijn; het betreffen immers twee verschillende populaties die op dit geaggregeerd niveau in principe niet met elkaar vergelijkbaar zijn. Na imputatie blijken er bijv. een heleboel kleinere, oudere viswinkels en bakkers van een E/F/G label te zijn voorzien. Hetgeen je wel mag concluderen is dat de originele gelabelde voorraad (N=5.935) *niet* representatief is voor de gehele beschikbare winkelpopulatie (N=51.294). Of de gehele beschikbare winkelpopulatie vervolgens representatief is voor alle winkels in Nederland, is een onbekende. Het CBS geeft aan dat 'voor ongeveer de helft van de winkelobjecten een valide relatie tussen retaillocatie, BAG object en gas en/of elektriciteitsaansluitingen kon worden gelegd'.



Figuur 5 Gemiddeld werkelijk verbruik per NTA label, (1) na toevoegen van A_plusjes vanuit de detailmethode en (2) na aanvullende imputatie

In onderstaande paragrafen zijn resultaten steeds gegenereerd met de geïmputeerde populatie. Daar waar mogelijk en logisch, is tijdens de analyses steeds vergeleken met de originele populatie; dit wordt echter niet getoond. Noot

⁵ Enkel een aantal supermarkten en winkels die zich richten op 'huis en tuin' en 'woninginrichting' hebben labels diep in de A_plusjes. Dit geldt zowel na de eerste aanvulling, als na het imputeren.

⁶ Vooruitlopende op de komende paragrafen: voor de zoektocht naar het gemiddeld werkelijk verbruik per labelklasse (onderzoeksvraag 3), vormt een kleine populatie bij de betere labels een minder groot probleem. Hier houdt een zogenaamde Meervoudige Lineaire Regressie Analyse (MLRA) juist rekening mee, wat we in paragraaf 3.5 uitwerken. Een 'gemiddelde' heeft een relatie met '50% zekerheid' (of eigenlijk het 50% percentiel). De hoofdvraag is echter op zoek naar meer zekerheid, bijv. naar '90% zekerheid', wat een equivalent is voor het '90 procent percentiel'. In paragraaf 3.6 zal blijken dat een kleine populatie nu wel een probleem vormt en dat we terug moeten vallen op extrapolaties.

dat deze strategie noodzakelijk bleek om de hoofdvraag in paragraaf 3.6.2 te kunnen beantwoorden.

3.4 De belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

3.4.1 Verklaarde variantie vanuit de MLRA

Een MLRA (zie Bijlage A.3.2.2) wordt gevoed met de beschikbare onafhankelijke variabelen. Het model geeft vervolgens aan (1) welke variabelen een significante invloed uitoefenen en (2) welk deel van de spreiding ermee verklaard wordt. Tabel 9 toont dit door middel van de 'verklaarde variantie'. Wanneer de drie belangrijkste variabelen winkeltype, grootte- en labelklasse worden meegenomen, wordt 36,2% van de spreiding verklaard. Worden ook de 7 resterende variabelen meegenomen, dan neemt de verklaarde variantie toe met slechts 1,4%. De wens van de opdrachtgever slechts rekening te houden met maximaal 3 variabelen is hiermee vanuit statistisch perspectief acceptabel.

Tabel 9 Verklaarde variantie in het werkelijk verbruik door de onafhankelijke variabelen vanuit MLRA

	variabele	verklaarde variantie afzonderlijke bijdragen	verklaarde variantie gesommeerd (R ²)
0	constante	1,0%	1,0%
1	gebouwtype	27,1%	28,1%
2	oppervlakteklasse	6,3%	34,4%
3	NTA_label	1,8%	36,2%
4	provincie	0,4%	36,6%
5	Koopzondag	0,01%	36,6%
6	verliesoppervlak	0,02%	36,6%
7	bouwjaarklasse	0,1%	36,7%

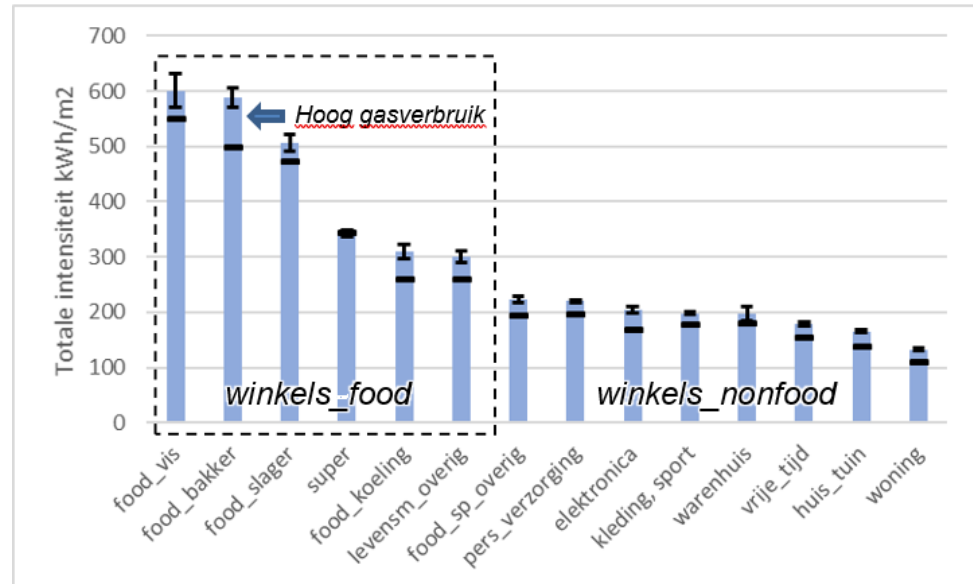
Een verklaarde variantie van 36% is matig te noemen. Hiermee kan verwacht worden dat de spreiding groot blijft, ook wanneer rekening wordt gehouden met deze drie variabelen.

Noot:

- Het wel/niet hebben van liften/roltrappen vanuit eLoket/EML bleek uiteindelijk geen significante bijdrage te leveren.
- Er was uiteindelijk geen noodzaak het wel/niet hebben van productkoeling vanuit eLoket/EML als variabele mee te nemen omdat (1) dit voor de winkels_food al vanuit het winkeltype bekend was en (2) dit voor de winkels_nonfood slechts incidenteel bekend was.
- Normaliter worden onderlinge interacties ook meegenomen bij een MLRA. De resultaten die hier via SPSS uit voort kwamen leken echter niet logisch. Met deze reden zijn deze verder genegeerd, waarmee we (mogelijk) een verklaarde variantie van 1,5 procentpunt missen. We zijn voornemens dit de volgende keer in het pakket *R* uit te voeren dat hier geschikter voor lijkt te zijn.

3.4.2 Winkeltypen individueel geanalyseerd

In Figuur 6 is de invloed van winkeltype⁷ op het werkelijk verbruik individueel geanalyseerd. Hiermee wordt bedoeld dat er geen rekening is gehouden met de andere beïnvloedende variabelen.



Figuur 6 Invloed winkeltype op het werkelijk verbruik; binnen de onderbroken lijn wordt getypeerd als 'winkels_food', erbuiten als 'winkels_nonfood'

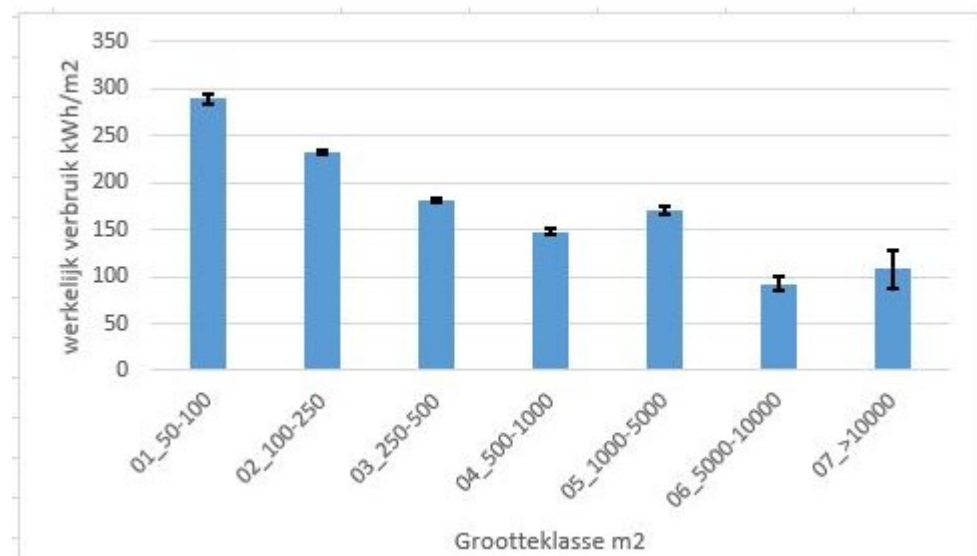
Het horizontale lijntje bovenin de staven toont de mediaan; hoe verder deze van het gemiddelde verwijderd ligt, hoe groter het na-ijl effect zal zijn dat we in Figuur 2 hebben gezien.

Het verticale lijnen over iedere staaf heen, geeft het 90% betrouwbaarheidsinterval (90%BI) van het gemiddelde. Wanneer deze niet overlappen met elkaar, mag gesteld worden dat de betreffende subpopulaties significant van elkaar verschillen. Overigens zegt dit niets over de spreiding rondom het gemiddelde van één populatie; deze blijft met een gemiddelde variatiecoëfficiënt van 61% groot. Noot dat dit een afname is van 27% ten opzichte van de uitgangssituatie van Figuur 2, wat ongeveer overeenkomt met de verklaarde variantie voor deze variabelen tijdens de MLRA.

3.4.3 Grootteklasse individueel geanalyseerd

Figuur 7 toont de invloed van grootteklasse op het werkelijk verbruik, opnieuw zonder rekening te houden met andere variabelen. De afwijkende trendmatigheid voor [05_1000-5000 m²] wordt waarschijnlijk veroorzaakt door supermarkten; het enige winkeltype dat relatief gezien groot is en aan productkoeling/bereiding doet.

⁷ Bijlage C geeft meer informatie over de onderscheiden winkeltypen.

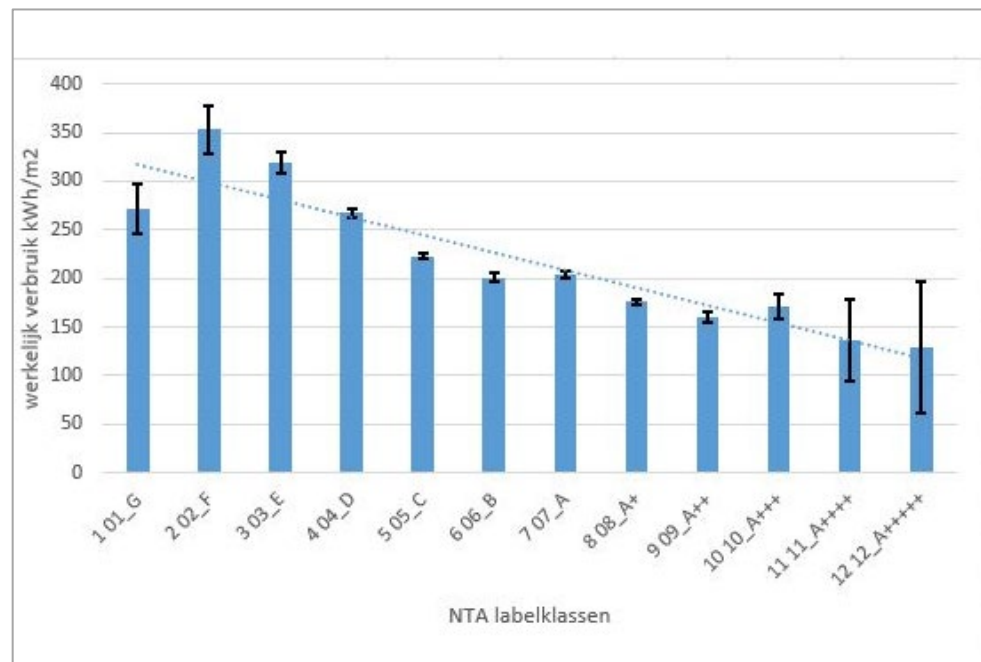


Figuur 7 Invloed grootteklasse op het werkelijk verbruik, gehele winkelpopulatie

Het gewogen gemiddelde voor de variatiecoëfficiënt komt uit op 78%, wat 6,4% lager ligt ten opzichte van de uitgangssituatie van Figuur 2. Ook dit komt mooi overeenkomt met de eerder gevonden verklaarde MLRA-variantie door deze variabele.

3.4.4 NTA labelklassen individueel geanalyseerd

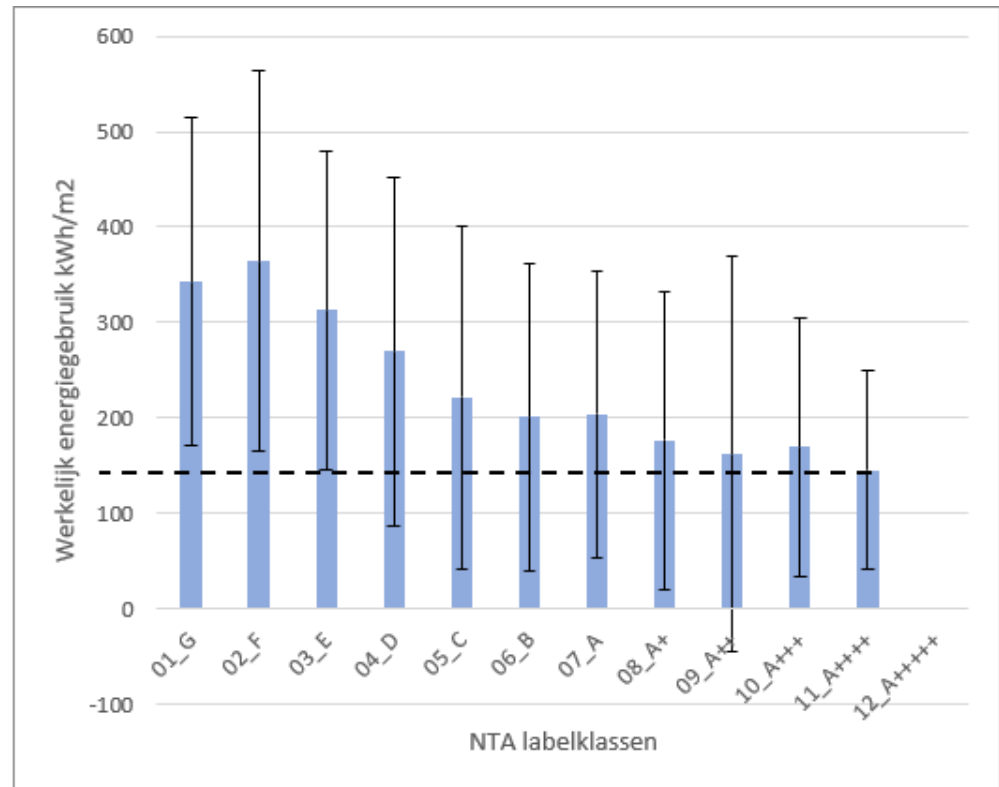
Figuur 8 toont de invloed van NTA labelklasse op het werkelijk verbruik, opnieuw zonder rekening te houden met andere variabelen. Het gewogen gemiddelde voor de variatiecoëfficiënt komt uit op 79%, wat 5,4% lager ligt ten opzichte van de uitgangssituatie van Figuur 2. Dit ligt hoger dan de eerder gevonden verklaarde MLRA-variantie door deze variabele, wat betekent dat de andere variabelen dit plaatje relatief sterk beïnvloeden. De relatief grote 90%BI in de A4+ en A5+ labels wordt veroorzaakt door het kleine aantal winkels in deze labelklassen. Vanuit dit perspectief mag niet gesteld worden dat een A4+ gelabelde winkel significant afwijkt van A+.



Figuur 8 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met het 90%BI, gehele winkelpopulatie

Figuur 9 toont dezelfde informatie, maar dan met de standaarddeviatie, waarmee de spreiding rondom het gemiddelde per labelklasse inzichtelijk wordt. Binnen deze bandbreedte ligt volgens bijlage A.2.2 ruim 68% van een populatie; mits sprake is van een normaalverdeling. Deze figuur geeft visueel weer dat je wel kunt stellen dat winkels binnen label A4+ een gemiddeld werkelijk verbruik hebben van 145 kWh/m², maar dat je niet mag stellen dat een willekeurige winkel met dit werkelijke verbruik, ook een gereede kans heeft om binnen A4+ te vallen. Namelijk, als we naar de horizontale lijn kijken, en we starten bij 145 kWh/m², dan zien we dat de winkel ook 'makkelijk' binnen de grenzen van de standaarddeviaties van D t/m A3+ zou kunnen vallen.

Een *gemiddeld* verbruik heeft een relatie met '50% zekerheid'. Als we uitgaat van bijv. '90% zekerheid' dan moeten we de bandbreedte per labelklasse vergroten naar het 10-90 percentiel en de horizontaal lijn in gedachten een flink stuk omhoog schuiven. Hiermee komen zelfs de labelklassen F, F en E in aanmerking om een winkel met dit verbruik te herbergen. Dit inzicht loopt voorruit op paragraaf 3.6.2 waarin we op zoek gaan naar een gelijkwaardige alternatief voor de Eindhoven. We zullen constateren dat voor alle 98 mogelijke combinaties winkeltypen/grootteklassen deze zekerheid zelfs (veel) kleiner dan 1% is. Met andere woorden; er zal (via deze route) geen gelijkwaardige alternatief op basis van werkelijk verbruik worden gevonden.



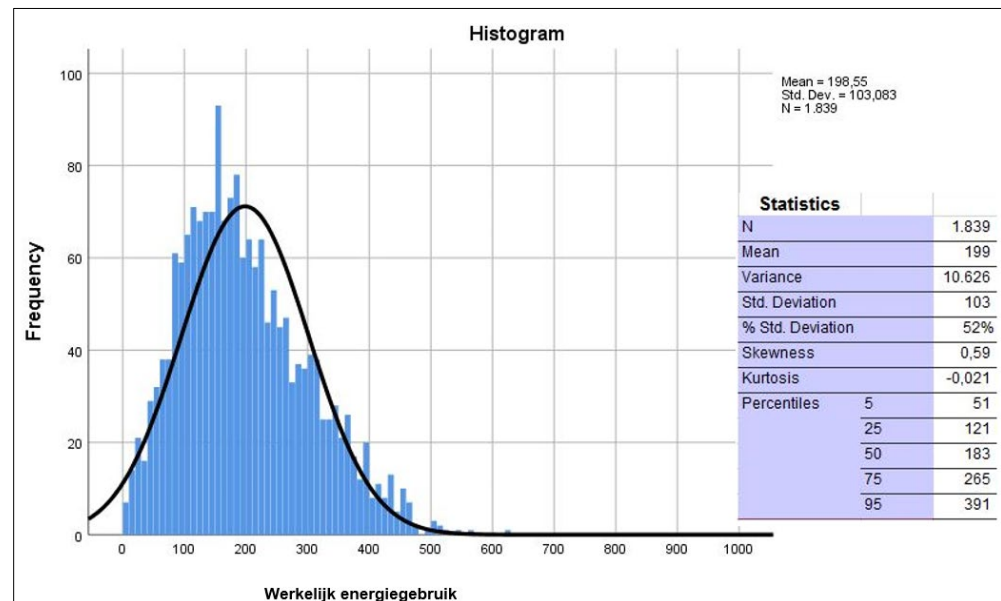
Figuur 9 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gehele winkelpopulatie

3.4.5 Inzoomen op een NTA labelklasse binnen een grootteklasse binnen een winkeltype

Deze drie variabelen vormen samen 1176 combinatiemogelijkheden. Na analyse blijkt dat ongeveer de helft hiervan geen vulling heeft, $N=0$. In de combinaties die *wel* gevuld zijn, bevinden zich er gemiddeld 82. De grootste subpopulatie ($N=1839$) bevindt zich in de combinatie:

- Winkeltype: 10_kleding, schoen, sport
- Grootteklasse: 02_100-250 m²
- NTA label C

Voor deze subpopulatie toont Figuur 9 de bijbehorende frequentietabel. Vergelijk deze met de histogram voor de gehele winkelpopulatie in Figuur 2; de normaalverdeling die wordt weergegeven door de zwarte lijn wordt nu beter benaderd.



Figuur 10 Histogram werkelijk verbruik, rekening houdende met de drie belangrijkste beïnvloedende variabelen. Weergegeven is [NTA label C], binnen [Winkeltype: 10_kleding, schoen, sport], met [grootteklasse 02_100-250 m²]. Ook de gerelateerde spreidingsmaten worden getoond.

Deze subpopulatie heeft een variatiecoëfficiënt van 52%. Dit geldt ook voor het gewogen gemiddelde over alle 1176 combinaties voor deze drie variabelen. Dit ligt 37% lager dan de initiële variatiecoëfficiënt in Figuur 2, wat ongeveer overeenkomt met de eerder gevonden verklaarde MLRA-variantie voor deze drie variabelen in Tabel 9.

3.5 De MLRA benchmarktool werkelijk verbruik

Met voorgaande MLRA-zoektocht naar de belangrijkste beïnvloedende variabelen is automatisch een benchmarktool ontstaan voor een willekeurige gelabelde winkel. Vanuit de MLRA is een formule ontstaan die er vereenvoudigd als volgt uit zien:

$$\text{Werkelijk verbruik} = \text{constante} + \text{bijdrage winkeltype} + \text{bijdrage gebouw grootte} + \text{bijdrage NTA label}$$

Hiermee wordt een gemiddeld werkelijk verbruik berekend voor alle mogelijke 1176 combinaties, ook wanneer er in de praktijk helemaal geen winkels zijn gevonden voor een bepaalde combinatie. Een winkelgebruiker kan zodoende zijn eigen werkelijk energiegebruik afzetten tegen het gemiddeld gebruik in vergelijkbare situaties⁸. De 'vergelijkbare situatie' betekent dat de gebruiker eerst aangeeft welk winkeltype en grootteklasse van toepassing zijn; dit wordt (binnen een eenvoudige Excel file) bovenin Tabel 10 ingevuld. De tabel geeft dan op basis van de MLRA het gemiddeld energiegebruik per NTA labelklasse. In Tabel 10 is dit ingevuld voor de kleinste viswinkels.

⁸ Noot: de ene benchmark is de andere niet; dit heeft nog niets te maken met de zoektocht naar werkelijk verbruik in relatie tot de BENG2 Eindnorm.

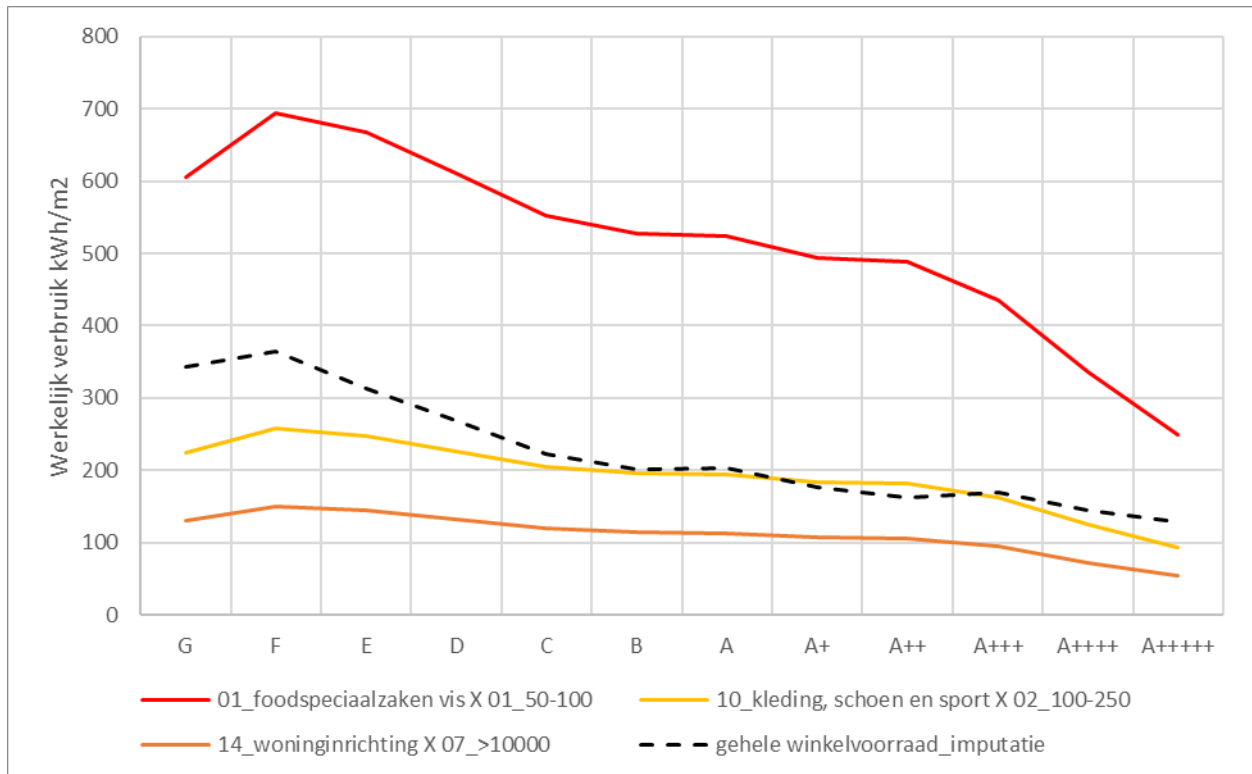
Tabel 10 Illustratie gemiddeld energiegebruik per NTA labelklasse, bepaald via MLRA.

Benchmark gemiddeld werkelijk energiegebruik naar NTA labels WINKELS		
#	Beïnvloedende 'structuur variabelen'	Keuze
1	14 winkeltypen	Kleding-, schoen- of sportwinkel
2	7 grootteklassen	1000-1500 m ²
NTA label	NTA verbruiksrange gebouwwgebonden primair verbruik kWh/m ²	Gemiddeld werkelijk energiegebruik kWh/m ²
A++++	<0	
A++++	0,01 t/m 60	
A+++	60,01 t/m 120	
A++	120,01 t/m 180	
A+	180,01 t/m 240	
A	240,01 t/m 285	
B	285,01 t/m 315	
C	315,01 t/m 355	
D	355,01 t/m 395	
E	395,01 t/m 435	
F	435,01 t/m 475	
G	>475	

Deze tool, op basis van drie variabelen, geeft ook het antwoord op de derde onderzoeksvraag: 'Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m².

Figuur 11 toont ter illustratie het gemiddeld werkelijk verbruik per NTA label voor de volgende winkeltype/grootteklasse-combinaties:

- Het hoogst mogelijk verbruik voor de kleinste viswinkels, zoals weergegeven door Tabel 10.
- Het verbruik voor in paragraaf 3.4.5 uitgewerkte combinatie [10_kleding, schoen, sport] X [Grootteklasse: 02_100-250 m²]. Noot dat het gevonden werkelijk verbruik voor label C overeenkomt met wat was gevonden in Figuur 10.
- Het laagst mogelijke verbruik voor de grootste winkels gespecialiseerd in 'woninginrichting'
- Ter referentie wordt ook de trendlijn voor de gehele winkelpopulatie getoond, die we in paragraaf 3.4.4 hebben behandeld.



Figuur 11 MLRA uitkomsten werkelijk verbruik per labelklasse, voor drie combinaties van winkeltypen en grootteklassen. Ook de trendlijn voor de gehele populatie wordt getoond.

Voor de 98 mogelijke winkeltypen/grootteklassen-combinaties is in Bijlage D weergegeven welk gemiddeld werkelijk verbruik een winkel in NTA labelklasse A4+ heeft. Dit is de labelklasse die start met de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m². De tabel wordt uitvoerig besproken in paragraaf 3.6.2.3., waar de tabel verder wordt uitgebreid.

3.6 De zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik

De zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief geeft het antwoord op de 4^e onderzoeksvraag. In paragraaf 3.6.1 wordt eerst de methodiek toegelicht, waarna in paragraaf 3.6.2 de resultaten volgen.

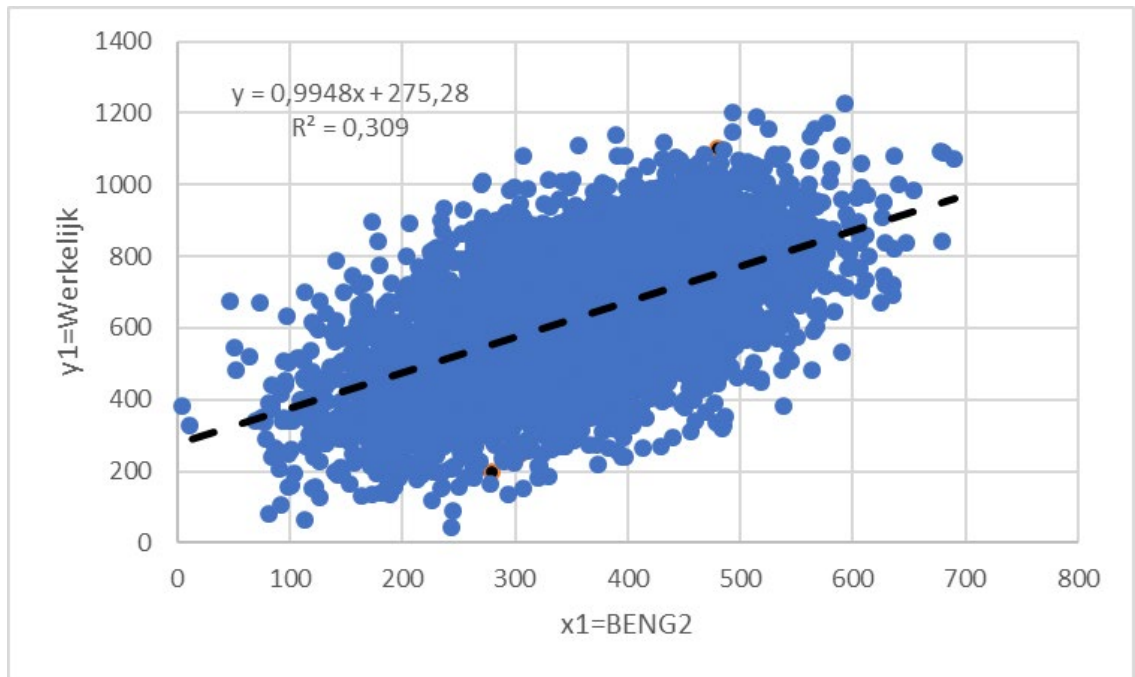
3.6.1 De achterliggende methodiek toegelicht

In drie stappen wordt de methodiek toegelicht. Omdat wij vanwege privacy regels vanuit het CBS niet de daadwerkelijke puntenwolk van de winkelpopulatie mogen laten zien, hebben we voor deze toelichting een **hypothetische dataset** samengesteld. De resultaten lijken echter sterk op de werkelijke resultaten, die in paragraaf 3.6.2 worden besproken.

3.6.1.1 Effect omdraaien x- en y-as bij een puntenwolk

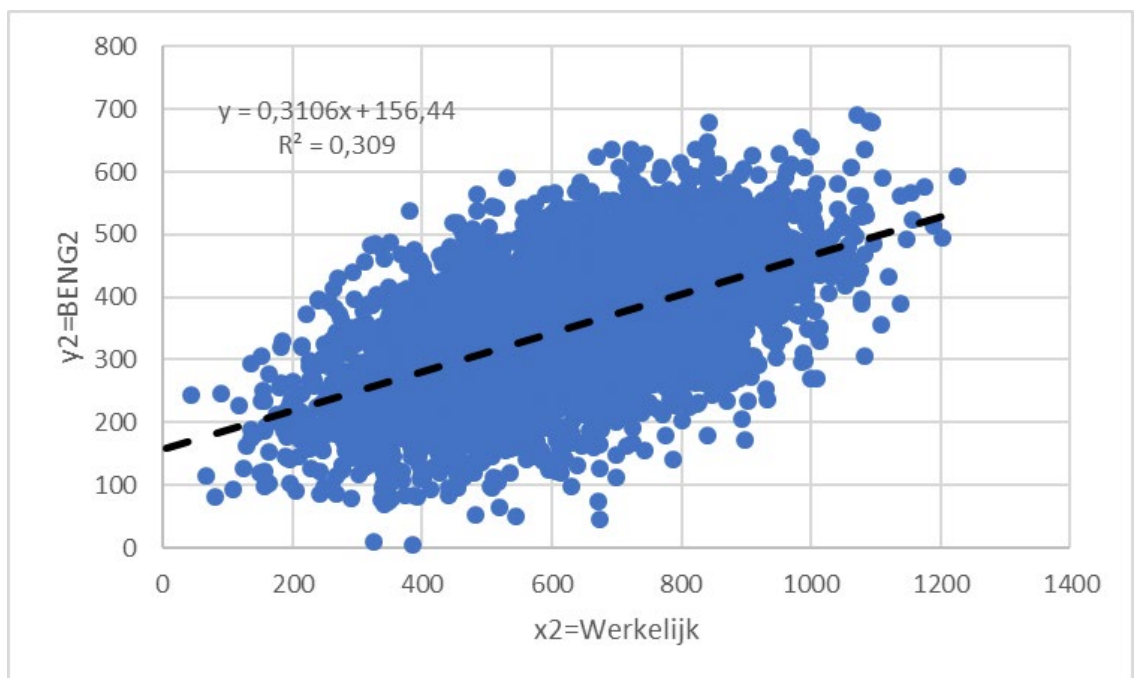
In Figuur 12 is het werkelijk verbruik uitgezet als functie van BENG2. Er is een puntenwolk zichtbaar, waar een lineair trendlijn doorheen is getrokken. Met de trendlijn kan het antwoord worden gegeven op de vraag 'Wat is het gemiddeld werkelijk verbruik (y-as) van een winkel bij een bepaald BENG2 verbruik (x-as).'

Voor het gemak stellen we hier dat 'gemiddeld' overeenkomt met '50% zekerheid'; in de praktijk zal de helft van de populatie onder de trendlijn liggen, de andere helft erboven.



Figuur 12 Het werkelijk verbruik uitgezet als functie van BENG2; hypothetisch voorbeeld

De vervolgvraag van de opdrachtgever is of dit gemiddeld werkelijk verbruik met 90% zekerheid altijd in bijv. labelklasse A3+ valt. Om deze vraag te beantwoorden, kan de vorige vraag ook omgedraaid worden; 'Wat is met 90% zekerheid het gemiddeld BENG2 verbruik van een winkel bij een bepaald werkelijk verbruik'. Hiervoor moeten we de x- en y-as omwisselen, zoals weergegeven met Figuur 13.



Figuur 13 BENG2 uitgezet als functie van het werkelijk verbruik, de x- en y-as van Figuur 12 zijn hier omgedraaid; hypothetisch voorbeeld

De puntenwolk klappt om en spiegelt over de diagonaal $x=y$. Maar door het verschil in spreiding binnen de twee variabelen, komt er een andere trendlijn uit die een andere relatie tussen de variabelen geeft, wat tegen je intuïtie ingaat. Noot dat de correlatiecoëfficiënt R^2 wel hetzelfde blijft.

'Als je een trendlijn door een puntenwolk trekt, dan probeer je de afstand van de lijn tot de punten te minimaliseren. Deze afstand wordt dan gemeten in de y richting. De originele y-waarde wordt afgetrokken van de y-waarde van de lineaire lijn voor diezelfde x waarde, zie ook Figuur 125 in Bijlage A.3.2.1. Wanneer je x en y omdraait en vervolgens een fit trekt door deze puntenwolk wordt opnieuw de afstand van de punten geminimaliseerd opnieuw in de y-richting (dus wat eigenlijk de x richting was, vóór het omdraaien). Dus krijg je een andere lijn die niet per se de inverse is van de eerder gevonden lijn.'

Onderstaande Tabel 11 toont dit rekenkundig aan. Een BENG2 van 200 kWh/m² (x1) in Figuur 12 heeft een gemiddeld werkelijk verbruik van 474 kWh/m² (y1). Maar een werkelijk verbruik van 474 kWh/m² (x2) in Figuur 13 heeft een gemiddeld BENG2 verbruik van 304 kWh/m² (y2). Naarmate de oorsprong wordt benaderd, neemt 'de afwijking' toe.

Tabel 11 Het effect van het omdraaien van x/y op gevonden (gemiddelde) waarden

x1=BENG	y1=werkelijk	x2=werkelijk	y2=BENG	y2=BENG2/x1=BENG
600	872	872	427	0,7
400	673	673	366	0,9
200	474	474	304	1,5
100	375	375	273	2,7
1	276	276	242	242

Belangrijke boodschap: het omdraaien van de x- en y-as heeft *geen* invloed op het antwoord op de hoofdvraag. Het vergemakkelijkt wel de zoektocht naar het antwoord en de uitleg van de methodiek.

Voor de geïnteresseerde twee blogs die dieper op dit onderwerp ingaan:

- [Linear-regression-coefficients-w-x-y-swapped](#)
- [What is the difference between linear regression on y with x and x with y?](#)

3.6.1.2 Zoektocht x% zekerheid in ideale omstandigheden; normalcdf

Met de statistische functie ['normalcdf'](#) kan bepaald worden 'hoe groot de kans is dat bij een gekozen werkelijk verbruik op de x-as, een gekozen BENG2 waarde op de y-as wordt overschreden'. De functie levert een procentuele kans tussen 0% en 100%, op basis van de volgende (statistische) parameters:

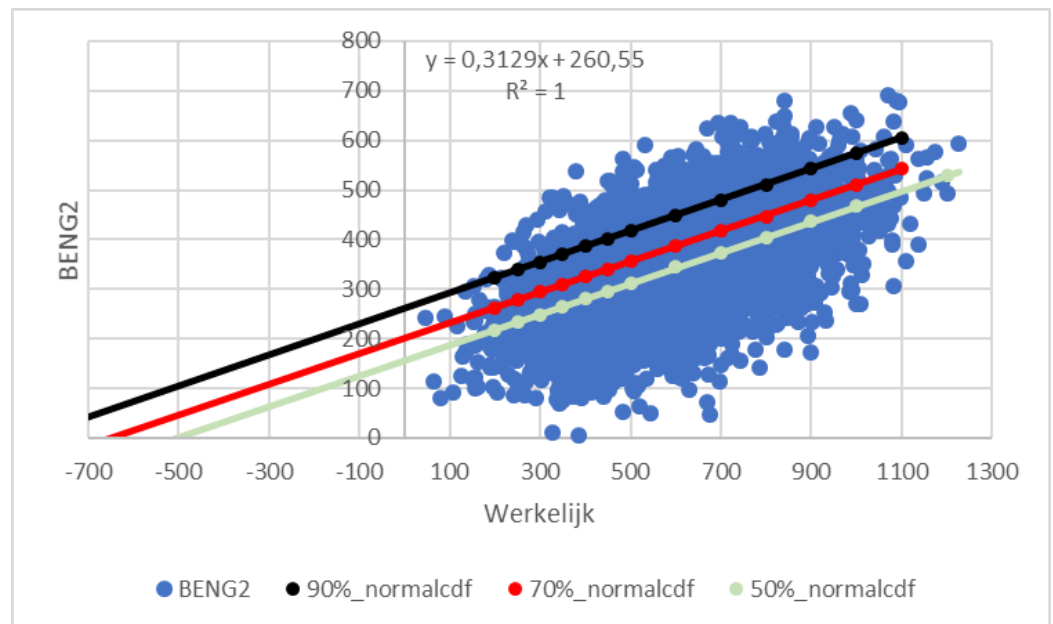
- De gemiddelde waarde voor $y=BENG2$ gerelateerd aan de gekozen waarde voor $x=$ werkelijk verbruik, op basis van de lineaire trendlijn
- Een door de gebruiker gekozen BENG2 waarde waarvoor de kans overschrijdingskans wordt berekend; bijv. de voorgestelde Eindnorm van 60 kWh/m²
- De standaarddeviatie binnen BENG2

- De determinatiecoëfficiënt R^2 , dat 'het percentage verklaarde variantie in y door x weergeeft'. Noot: de wortel hieruit is de correlatiecoëfficiënt R, welke een maat is voor het *gezamenlijk* variëren van de twee variabelen waarbinnen de standaarddeviaties van zowel x als y zijn verwerkt.

Deze functie neemt aan dat:

- de punten een normaalverdeling hebben, en
- een lineaire trendlijn de best-fit geeft.

In Figuur 14 is de analyse van normalcdf verwerkt. De groene lijn geeft met 50% zekerheid welke BENG2 waarde op de y-as wordt bereikt bij een gekozen werkelijk verbruik op de x-as. Vanwege de aannames kan deze lijn gezien worden als het equivalent van de mediaan (het 50%-percentiel), en valt deze lijn samen met de lineaire trendlijn. De rode lijn erboven geeft dezelfde informatie bij 70% zekerheid (equivalent van het 70%-percentiel), de zwarte lijn bij 90%. Het functievoorschrift van de zwarte lijn wordt getoond.



Figuur 14 Verwerking van de normalcdf methode

Het snijpunt van deze lijnen met de BENG2 Eindnorm van 60kWh/m² (niet ingetekend) geeft de gezochte waarde voor het werkelijk verbruik waar de opdrachtgever in geïnteresseerd is. Deze waarden zijn in Tabel 12 geel gearceerd; in dit voorbeeld zou een gelijkwaardige alternatief op basis van werkelijk verbruik op -641 kWh/m² uitkomen, waarmee met 90% zekerheid de BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m² niet overschreden wordt. Je moet dan dus flink meer energie opwekken en terugleveren dan dat je zelf verbruikt. Noot dat dit slechts illustratief is, in de volgende paragraaf volgen de werkelijk resultaten.

Tabel 12 Resultaat van normalcdf methode; de zoektocht naar een gelijkwaardige alternatief op basis van werkelijk verbruik waarmee de BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m² wordt gehaald met 50%, 70% en 90% zekerheid.

Werkelijk	BENG2 waarde met x% zekerheid		
	50%	70%	90%
800	405	447	511
600	342	386	448
400	281	323	386
200	218	261	323
60	175	219	279
-307	62	105	166
-456	15	59	121
-641	-43	2	62

3.6.1.3 Zoektocht x% zekerheid in niet-ideale omstandigheden; punten tellen

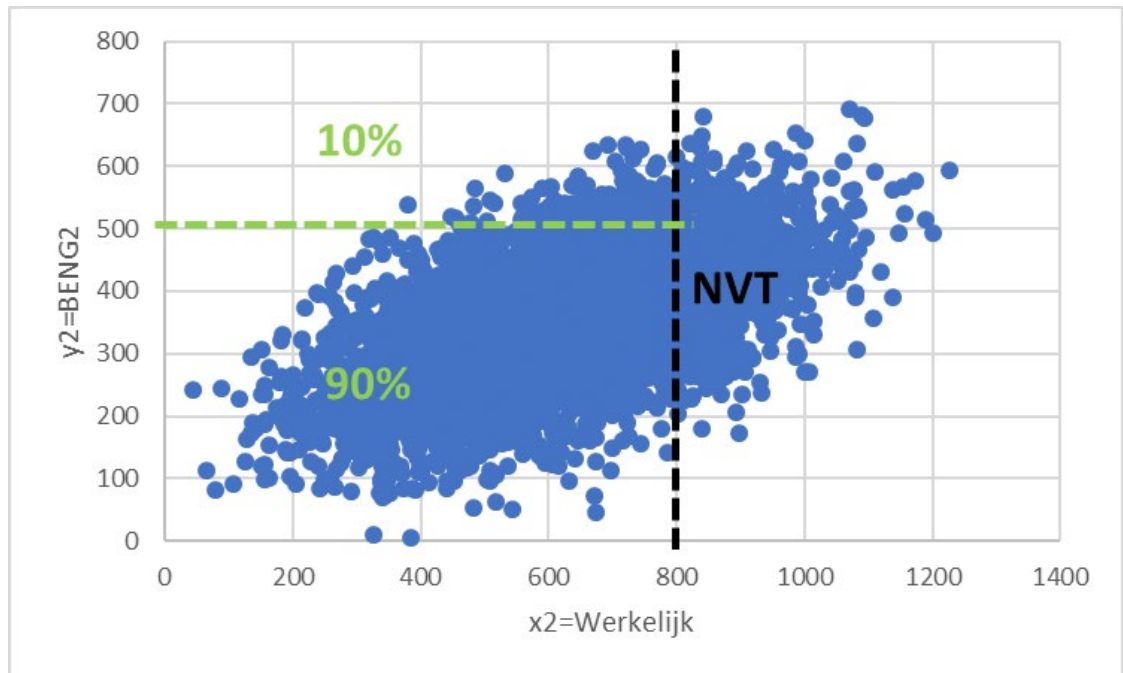
Het is echter goed mogelijk dat we geen normaalverdeling hebben, en dat een lineaire trendlijn niet de best-fit vormt. Daarom hebben we de 'normalcdf-functie' handmatig uitgevoerd door Excel letterlijk de afzonderlijke punten te laten tellen. Het trucje hierachter is eenvoudig, doch bewerkelijk. Stel je wilt, als startpunt, met 90% zekerheid weten welk BENG2 verbruik gehaald wordt met winkels die een werkelijk verbruik van 800 kWh/m² hebben (volg Figuur 14):

- Stap 1: neem op de x-as als bovengrens een werkelijk verbruik van 800 kWh/m²; tel alle punten links van deze (zwarte) verticale lijn.
- Stap 2: plaats een horizontale (groene) lijn zodanig, dat 90% van de resterende punten zich onder deze groene lijn bevindt.
- Stap 3: lees de waarde op de y-as af.

Antwoord: *'Wanneer een winkel binnen deze populatie een werkelijk verbruik heeft van maximaal 800 kWh/m², heeft het 90% kans dat zijn BENG2 verbruik maximaal 500 kWh/m² is.'*

We willen echter weten bij welk werkelijk verbruik met 90% zekerheid de BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m² gehaald wordt:

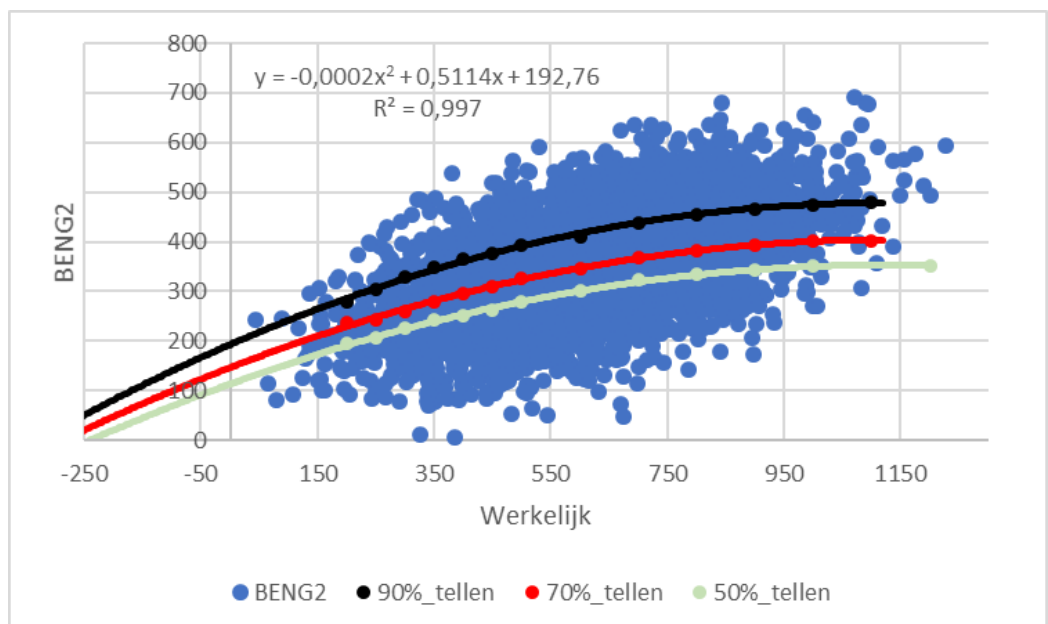
- Stap 4: herhaal dit proces binnen de stippenwolk richting de oorsprong, tot er geen logische waarde meer uitkomt
- Stap 5: zet voorgaande trendmatig uit en extrapoleer naar een werkelijk verbruik, waarbij de BENG2 Eindnorm (in dit geval 60) wordt gesneden
- Stap 6: herhaal voorgaande voor andere zekerheidspercentages.



Figuur 15 Punten tellen: 'welke BENG2 waarde wordt met 90% zekerheid gehaald door een winkel met een werkelijk verbruik van 800 kWh/m²'

Figuur 16 toont het resultaat van deze alternatieve strategie. Het functievoorschrift van de zwarte lijn wordt getoond. Het functievoorschrift van de zwarte lijn wordt getoond.

Antwoord: 'Pas als een winkel binnen deze populatie een (niet realistisch) werkelijk verbruik heeft van maximaal -235 kWh/m², heeft het 90% kans dat het BENG2 verbruik binnen de Eindnorm van 60 kWh/m² blijft' Wanneer de winkel een hoger verbruik heeft, neemt de kans af.



Figuur 16 Verwerking van de alternatieve methode 'punten tellen'.

Tabel 13 toont de finale waarden voor een gelijkwaardige alternatief op basis van werkelijk verbruik, waarbij met een zekerheid van 50%, 70% en 90% de BENG2 Eindnorm wordt gehaald.

Tabel 13 Resultaat van de alternatieve methode 'punten tellen'; de zoektocht naar een gelijkwaardige alternatief op basis van werkelijk verbruik waarmee de BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m² wordt gehaald met 50%, 70% en 90% zekerheid.

methode	norm_werkelijk verbruik x% zekerheid		
	90%	70%	50%
punten tellen	-235	-176	-118

Ten opzichte van de vorige methode (normalcdf) ligt een gelijkwaardige alternatief met deze verbeterde strategie dichterbij. Nog steeds heeft deze echter een (niet realistische?) negatieve waarde. Welk type best-fit wordt gekozen bepaalt hierbij wel in sterke mate hoe ver weg de gezochte waarde ligt. Omgedraaid: waarden die minder ver weg liggen zijn ook minder afhankelijk van het gekozen type best-fit. In paragraaf 3.6.2 zullen we voor de winkels in werkelijkheid ook sterk negatieve waarden vinden.

Noot dat deze strategie beter werkt naarmate er meer punten beschikbaar zijn. Het toekennen van indicatieve BENG2 verbruiken aan de niet-gelabelde voorraad middels imputatie was hierbij noodzakelijk (paragraaf 3.3.2).

3.6.2 De resultaten voor winkels

De vorige paragraaf 3.6 heeft de methodiek achter het vinden van een gelijkwaardige alternatief middels een hypothetische winkelpopulatie toegelicht. In deze paragraaf volgen de daadwerkelijk resultaten van de analyse.

3.6.2.1 Resultaten bij een BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m²

In Tabel 14 wordt het gevonden gelijkwaardige alternatief op basis van werkelijk verbruik voor diverse winkelpopulaties gegeven. Van links naar rechts betreft dit de volgende subpopulaties:

- De gehele winkelvoorraad (N=51.262)
- Hierbinnen enkel de nonfood winkels (N=42.180)
- Hierbinnen enkel de kleding, schoen en sport winkels (N=12.762)
- Hierbinnen grootteklasse 100-250 m² (N=6.072).

Deze laatste subpopulatie is de grootste qua omvang binnen de 98 mogelijke combinaties van winkeltypen en grootteklassen. De laatste twee kolommen betreffen subpopulaties die hierna volgen qua omvanggrootte:

- Winkels die zich richten op huis en tuin, 100-250 m² (N=3.160)
- Winkels die zich richten op persoonlijke verzorging, 100-250 m² (N=2.951)

Van boven naar onder geeft de tabel informatie over:

- Statistische parameters gerelateerd aan deze subpopulaties
- Het gevonden gelijkwaardige alternatief op basis van werkelijk verbruik, via normalcdf, bij een zekerheid van 90%, 70% en 50%
- Het gevonden gelijkwaardige alternatief via de methode van 'punten tellen'
- In hoeverre de methode van punten tellen dichterbij ligt t.o.v. normalcdf.

Tabel 14 Resultaat zoektocht gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik voor diverse winkelpopulaties, via normalcdf en via puntentelling. Bovenin de tabel worden statistische parameters voor de gerelateerde populatie gegeven.

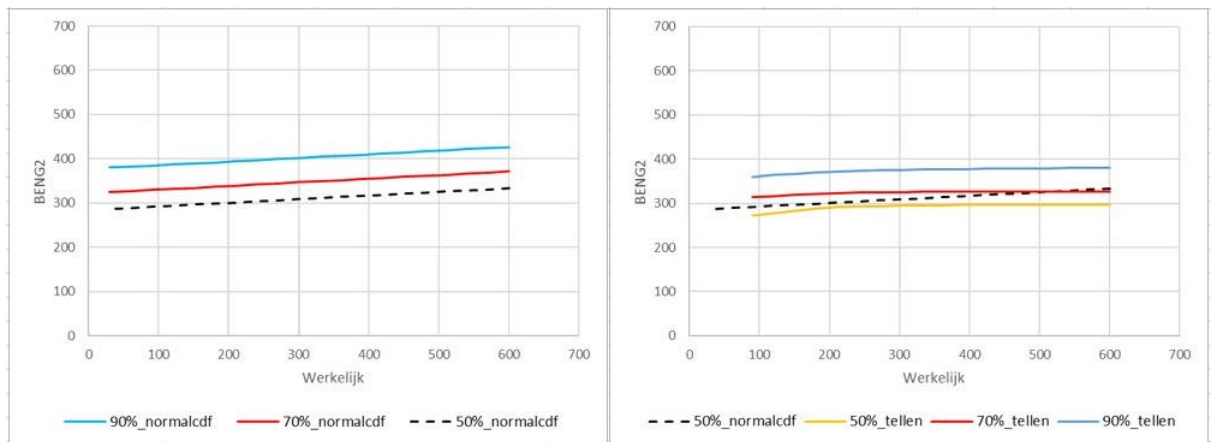
	alle winkels	nonfood winkels	10_kleding, schoen en sport	10_kleding, schoen en sport; 100-250 m2	13_huis en tuin; 100-250 m2	08_persoonlijke verzorging; 100-250 m2
Aantal punten_N	51.262	42.180	12.762	6.072	3.160	2.951
BENG2_gemiddeld	302	303	310	311	319	305
BENG2_SD	74	73	72	70	64	67
BENG2 % SD	24%	24%	23%	22%	20%	22%
Werkelijk_gemiddeld	220	177	189	195	179	216
Werkelijk_SD	182	113	107	101	103	108
Werkelijk % SD	83%	64%	57%	52%	57%	50%
Determinatiecoëfficiënt R ²	0,041	0,072	0,046	0,017	0,028	0,020
Correlatiecoëfficiënt R y/x	0,202	0,268	0,213	0,132	0,166	0,140
Omschrijving verband y/x	zwak	zwak	zwak	zwak	zwak	zwak
90%_norm normalcdf	-3849	-1750	-2204	-3515	-3137	-3590
70%_norm normalcdf	-3197	-1442	-1823	-2957	-2658	-3003
50%_norm normalcdf	-2732	-1228	-1565	-2569	-2340	-2608
90%_norm tellen	-1216	-1137	-1374	-1480	-1663	-1586
70%_norm tellen	-1160	-1033	-1405	-1446	-1292	-1242
50%_norm tellen	-799	-656	-1131	-1425	-1053	-917
verhouding tellen/normalcdf	31%	65%	62%	65%	53%	44%
verhouding tellen/normalcdf	36%	72%	77%	73%	49%	41%
verhouding tellen/normalcdf	29%	53%	72%	53%	45%	35%

De conclusie is dat er met de beschikbare data geen realistisch gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik wordt gevonden, dat als equivalent voor de BENG2 Eindhoven norm kan dienen. Een belangrijkste reden hiervoor is de minimale afname van het werkelijk verbruik, bij lagere BENG2 waarden. Dit wordt weergegeven in de volgende weinig inspirerende figuren. De figuren betreffen achtereenvolgend de eerste vier subpopulaties van Tabel 14. Het linker plaatje geeft de trendlijnen voor normalcdf, het rechter plaatje voor de methode van puntentellen. Extrapolatie van deze trendlijnen naar BENG2=60 kWh/m² resulteert in de waarden van Tabel 14. De zwarte onderbroken lijn representeert (ook) de lineaire best-fit voor de subpopulatie.

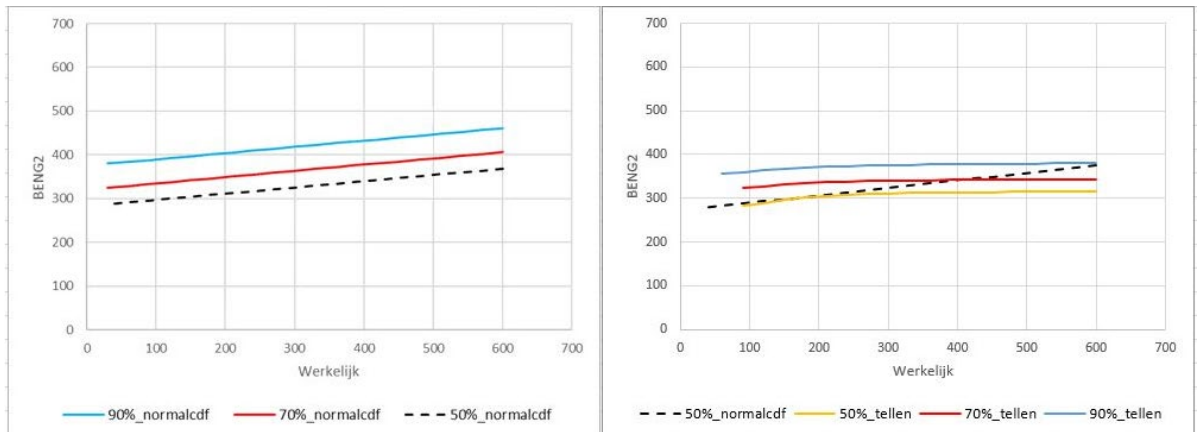
Wat opvalt (combinatie Tabel 14 en de figuren):

- De relatie tussen BENG2 en werkelijk verbruik is voor alle situaties als 'zwak' te omschrijven. De volgende paragraaf geeft inzicht in een elkaar uitdovende effect van een afnemend gasverbruik, en een toenemend elektriciteitsverbruik bij een beter energielabel.
- Omdat Figuur 18 de food-winkels uitsluit van de gehele winkelvoorraad (Figuur 17), ligt de (procentuele) standaard deviatie nu een stuk lager, is de correlatiecoëfficiënt wat verbeterd en neemt het werkelijk verbruik sneller af met een lagere BENG2. Hierdoor ligt een gelijkwaardig alternatief minder ver weg.
- Wanneer verder wordt ingezoomd op winkeltype (Figuur 19) en daarna op één grootteklasse binnen dit type (Figuur 20), neemt de (procentuele) standaard deviatie verder af; dus er is relatief gezien minder spreiding. Tegelijkertijd neemt

de hellingshoek van de lineaire trend ook af⁹. Dit vertaalt zich naar een verder weg liggend gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik.

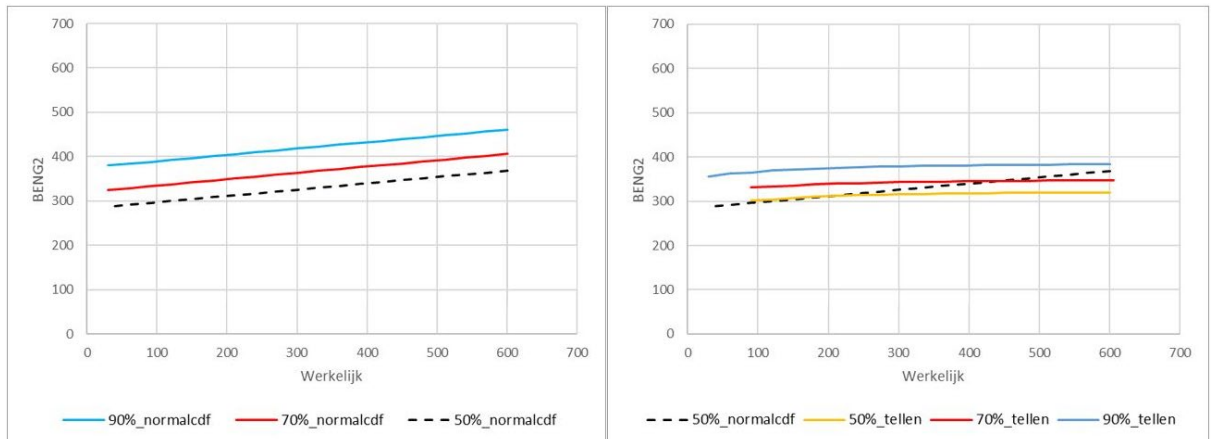


Figuur 17 Trendlijnen voor de gehele winkelvoorraad (N=51.262) die na extrapolatie resulteren in de waarden vermeld in Tabel 14

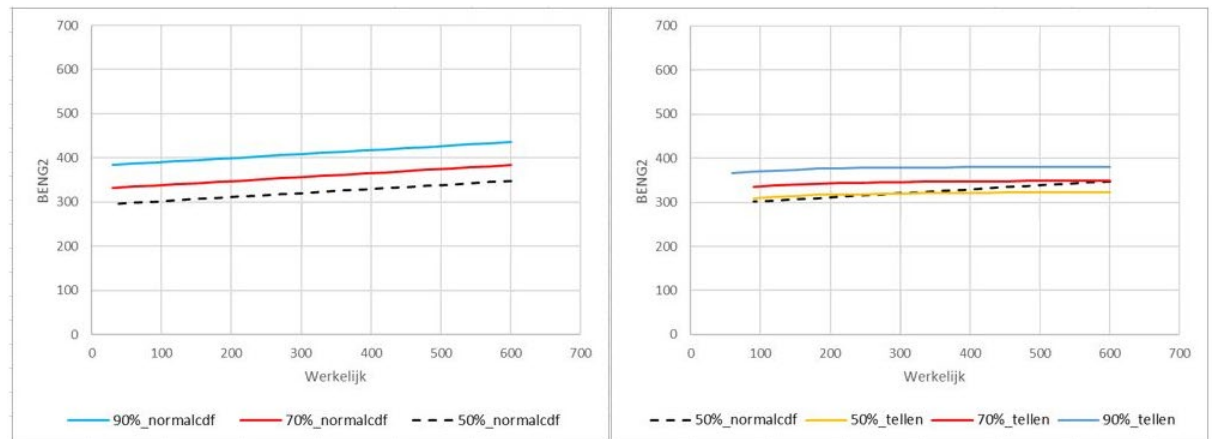


Figuur 18 Trendlijnen voor de nonfood winkels (N=42.180) die na extrapolatie resulteren in de waarden vermeld in Tabel 14

⁹ BENG2 neemt dus minder snel af met een afnemend werkelijk verbruik dan wanneer *geen* rekening wordt gehouden met grootteklassen en winkeltypes. Dit betekent dat de combinatie van winkeltypes en grootteklasse de relatie tussen werkelijk- en BENG2 verbruik relatief sterk beïnvloed. Dit hadden we eerder al bij Figuur 8 geconcludeerd.



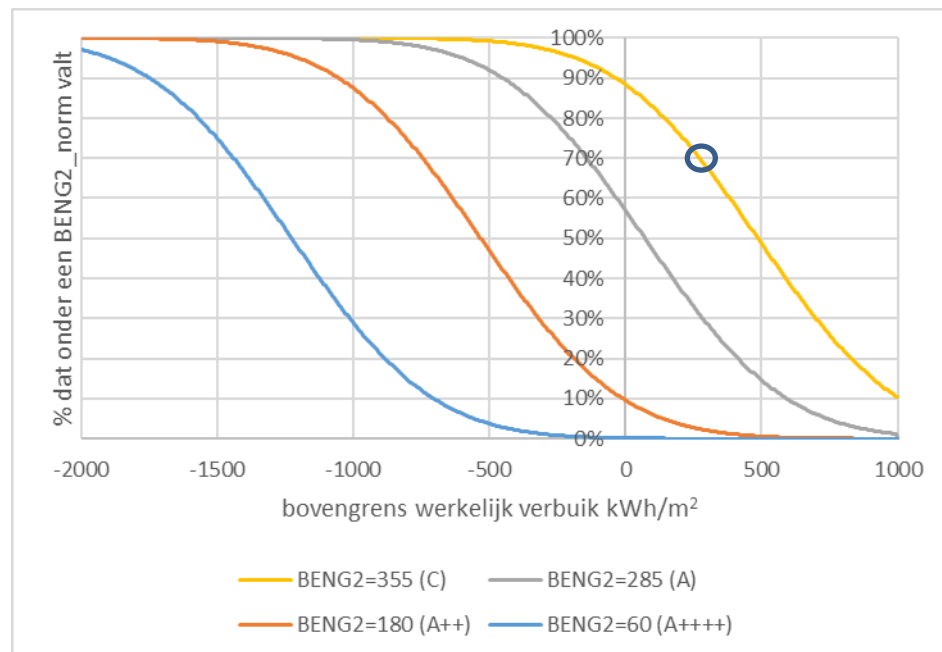
Figuur 19 Trendlijnen voor kleding, schoen en sport winkels (N=12.762) die na extrapolatie resulteren in de waarden vermeld in Tabel 14



Figuur 20 Trendlijnen voor de grootteklasse 100-250 m² binnen de nonfood winkels (N=6.072) die na extrapolatie resulteren in de waarden vermeld in Tabel 14

3.6.2.2 Resultaten bij een minder strenge BENG2 Eindnorm

Met deze paragraaf willen we eigenlijk enkel visueel aantonen dat de methodiek werkt, door van een minder strenge BENG2 Eindnorm uit te gaan. In Figuur 21 geven de vier lijnen van links naar rechts een afnemende strenge BENG2 Eindnorm weer; namelijk het BENG2 startpunt voor de NTA labels A4+, A2+, A, en C. Horizontaal staat op de x-as het werkelijk verbruik uitgezet. Verticaal wordt aangegeven met welke zekerheid een BENG2 Eindnorm gehaald wordt, uitgaande van (een bovengrens voor) het werkelijk verbruik. Dit is bepaald met de minder nauwkeurige normalcdf functie.



Figuur 21 Bij welk werkelijk verbruik wordt een minder strenge BENG2 Eindnorm met welke zekerheid gehaald?

In Figuur 21 duidt de cirkel op de gele lijn aan, dat wanneer een BENG2 Eindnorm bij label C wordt gelegd, deze met 70% zekerheid gehaald wordt, wanneer het werkelijk verbruik onder de 270 kWh/m² ligt. Deze waarde is ingevuld in Tabel 15, waarin meerdere ijkpunten zijn opgenomen. De bovenste regel bij een Eindnorm van A4+ komt overeen met hetgeen is geconcludeerd in de vorige paragraaf voor de populatie winkels_nonfood (maar kan vanwege afrondingen maximaal 5 kWh/m² afwijken).

Tabel 15 Een aantal ijkpunten overgenomen uit Figuur 21.

Zekerheid:	50%	70%	90%
BENG2=60 (A+++)	-1225	-1440	-1745
BENG2=180 (A++)	-530	-745	-1050
BENG2=285 (A)	80	-135	-445
BENG2=355 (C)	485	270	-40

3.6.2.3 MLRA resultaten werkelijk verbruik omgezet naar een NTA labelklasse

In paragraaf 3.4.5 was met Figuur 9 aangetoond dat wanneer een winkel een werkelijk verbruik heeft dat overeenkomt met het gemiddelde voor een labelklasse, dezelfde winkel niet automatisch in deze labelklasse hoeft te vallen. Dit had te maken met de grote spreiding per labelklasse en gold in die paragraaf voor de gehele winkelpopulatie. We zijn nu in staat om hetzelfde te checken voor alle 98 mogelijke combinaties van winkeltypen en grootteklassen.

De resultaten worden gegeven in bijlage D. De kolommen onder [9] geven aan hoe groot de kans is dat een winkel met dit verbruik binnen een bepaalde NTA labelklasse valt; bepaald met de normalcdf functie. De weergegeven kans werk

cumulatief; het percentage bij label C geeft dus aan hoe groot de kans is dat de betreffende winkel ergens binnen labels A5+ t/m C valt. Bij label G hebben allen dan ook de 100% bereikt. Tabel 16 toont enkel de kop van deze uitvoerige tabel en wordt hieronder toegelicht:

- Kolom 1 geeft het winkeltype
- Kolom 2 geeft de grootteklasse
- Kolom 3 toont de populatiegrootte voor deze winkeltype/grootteklasse-combinatie na toevoegen van A_plusjes vanuit de detailmethode (paragraaf 3.3)
- Kolom 4 toont dezelfde populatiegrootte na imputatie
- Kolom 5 geeft het gemiddeld werkelijk verbruik van deze populatie in kWh/m². Noot dat wanneer de populatiegrote relatief klein is, dit verbruik niet representatief hoeft te zijn voor alle winkels binnen deze winkeltype/grootteklasse-combinatie.
- Kolom 6 toont de gerelateerde procentuele standaarddeviatie
- Kolom 7 geeft de correlatie tussen het werkelijk verbruik en BENG2, in de vorm van de determinatiecoëfficiënt R² (zie Bijlage A.3.2).
- Kolom 8 geeft het gemiddeld werkelijk verbruik voor NTA labelklasse A4+ binnen deze winkeltype/grootteklasse-combinatie, bepaald met de MLRA van paragraaf 3.5. Hier ligt het startpunt voor de BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m²
- De kolommen onder [9] geven aan hoe groot de kans is dat een winkel met dit verbruik binnen een bepaalde NTA labelklasse valt; bepaald met de normalcdf functie. De weergegeven kans werk cumulatief; het percentage bij label C geeft dus aan hoe groot de kans is dat de betreffende winkel ergens binnen labels A5+ t/m C valt. Bij label G hebben allen dan ook de 100% bereikt.

Tabel 16 Gemiddeld werkelijk verbruik label A4+ voor iedere winkeltype/grootteklasse-combinatie (kolommen 3 t/m 8), en de kans op een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik (kolommen onder 9). Bijlage D toont de gehele tabel.

#	Winkeltype	Grootteklasse	N na NEN toev.	N na imputatie	gem. werkelijk verbruik (kWh/m ²)	% st.dev. in werkelijk verbruik	R2 BENG2 versus werkelijk verbruik	MLRA kWh/m ² bij A4+	9: kans dat het gemiddeld werkelijk verbruik van kolom 8 binnen een NTA norm valt											
									A5+	A4+	A3+	A2+	A+	A	B	C	D	E	F	G
1	01_foodspeciaalzaken vis	01_50-100	31	223	752	50%	0.013	337	0%	0%	0%	2%	9%	24%	38%	59%	78%	91%	97%	100%
2	01_foodspeciaalzaken vis	02_100-250	24	247	491	55%	0.004	301	0%	0%	0%	2%	12%	31%	48%	71%	88%	96%	99%	100%
3	01_foodspeciaalzaken vis	03_250-500	2	33	-	-	-	258	0%	0%	0%	0%	3%	18%	39%	72%	93%	99%	100%	100%
4	01_foodspeciaalzaken vis	04_500-1000	-	10	262	37%	0.435	224	0%	0%	0%	1%	21%	62%	85%	98%	100%	100%	100%	100%
5	01_foodspeciaalzaken vis	05_1000-5000	-	12	232	69%	0.003	216	0%	0%	2%	13%	46%	74%	88%	97%	99%	100%	100%	100%
6	01_foodspeciaalzaken vis	06_5000-10000	-	-	-	-	-	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	01_foodspeciaalzaken vis	07_>10000	-	-	-	-	-	222	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Conclusie; voor geen enkele winkeltype/grootteklasse-combinatie is de kans groot dat een winkel met een werkelijk verbruik, gelijk aan het gevonden *gemiddeld* werkelijk verbruik voor labelklasse A4+, ook daadwerkelijk binnen deze labelklasse zal vallen. Sterker nog, deze kans is zelfs heel erg klein, zoals we al in de vorige twee sub-paragrafen gezien hebben. Daarom mag dit gemiddeld werkelijk verbruik ook niet als gelijkwaardig alternatief dienen voor de gestelde BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m².

Noot dat dit inzicht gebaseerd is op de minder nauwkeurige *normalcdf* methode van paragraaf 3.6.2.1, maar dat we dezelfde conclusie verwachten bij het tijdrovende 'punten tellen' van paragraaf 3.6.2.2.

3.7 Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van het historisch verbruik en bouwjaren

Voor de winkels is een gelijkwaardig alternatief op basis van het werkelijk verbruik niet gevonden. Dit, ondanks het feit dat met behulp van 10% gelabelde winkels, de resterende 90% middels imputatie van een indicatief label is voorzien. Het is goed voor te stellen dat een volgend gebouwtype niet over voldoende labels beschikt om dezelfde methode toe te kunnen passen. Dit betekent dat we dan met een relatief kleine gelabelde populatie op zoek gaan naar een gelijkwaardig alternatief. Een andere methode voor deze zoektocht kan dan wellicht gevonden worden in:

- 1 een monitoringstool op basis van het historisch energieverbruik 2010-2019, waarmee een gemiddelde jaarlijkse besparing op het werkelijk energiegebruik voor de voorraad gebouwd vóór 2010 kan worden berekend, vanwege uitgevoerde isolatiemaatregelen (paragraaf 3.7.1), en/of,
- 2 een monitoringstool op basis van bouwjaren, dat iets zegt over het effect van aanscherpende bouwnomen voor nieuwbouw (paragraaf 3.7.2)

Het één sluit het andere overigens niet uit; dit is slechts een eerste verkenning naar de mogelijkheden voor de non-food winkels¹⁰.

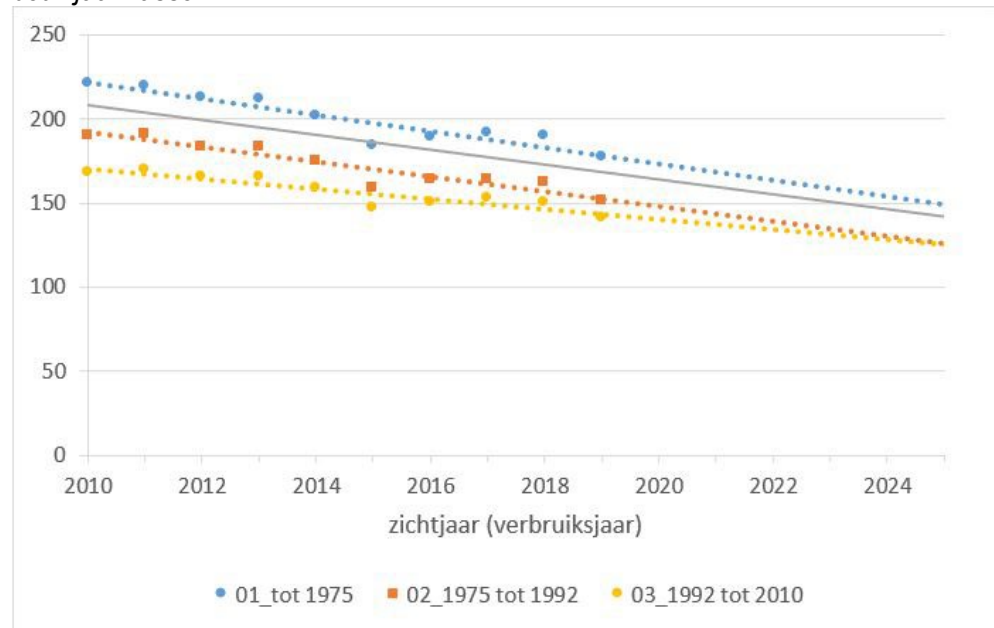
3.7.1 *Historische ontwikkeling werkelijk energiegebruik bestaande voorraad*

In de komende twee sub-paragrafen wordt het gemiddeld werkelijk energiegebruik van 2010 tot en met 2019 geanalyseerd, voor de bestaande winkelvoorraad die tot 2010 is gebouwd. 'Nieuwbouw' na 2010 is niet meegenomen. Een afname van het verbruik komt dan voornamelijk vanwege uitgevoerde renovaties. Er wordt bij de analyse een onderscheid gemaakt naar bouwjaarklassen en grootteklasse. Het gasverbruik is voor elke zichtjaar via een graaddagencorrectie naar de klimatologische omstandigheden van 2018 omgezet (KWA, 2020)¹¹.

¹⁰ Een monitoringstool hoeft niet perse ingezet te worden voor sec het vinden van een gelijkwaardig alternatief; de tool an sich kan ook ingezet worden om eenvoudigweg meer inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de energie-intensiteit waar een tijdsdimensie aan hangt. Men kan hier denken aan het equivalent van de MJA's.

¹¹ Wel of niet corrigeren voor graaddagen heeft relatief veel effect op de gerealiseerde gasbesparing over de periode 2010-2019; zie voor meer informatie Bijlage F.

3.7.1.1 *Het historisch verbruik van de bestaande voorraad gebouwd vóór 2010, naar bouwjaarklassen*

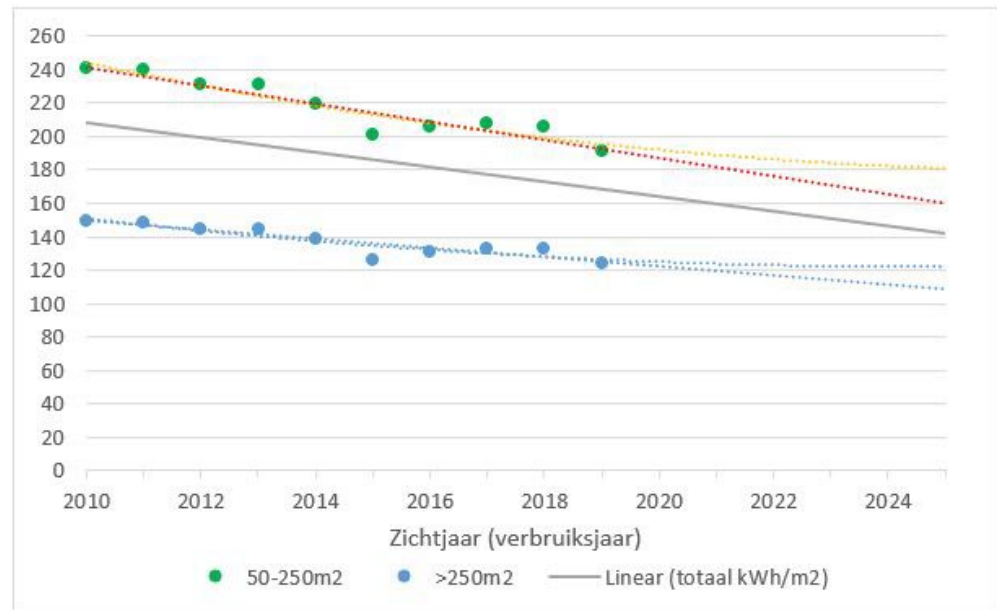


Figuur 22 Historisch ontwikkeling gemiddeld werkelijk energiegebruik (kWh/m²) winkels_nonfood. Populatie naar drie bouwjaarklassen, met een doorkijk naar 2025. De grijze doorgetrokken lijn is het gemiddelde voor de gehele populatie.

In Figuur 22 wordt de historische ontwikkeling van het werkelijke energiegebruik weergegeven, startende vanaf 2010. Er worden hierbij drie bouwjaarklassen onderscheiden. In de figuur zijn lineaire trendlijnen getrokken en geëxtrapoleerd naar het jaar 2025. De grijze lijn er middenin is het gemiddelde voor de gehele geanalyseerde populatie. De Figuur toont dat de bestaande voorraad langzaam maar zeker energiezuiniger wordt. De Figuur geeft ook aan dat de absolute daling van een oudere bouwjaarklasse groter is dan een recentere. Dit is op zich logisch aangezien het renoveren van energiebesparende maatregelen hier kosteneffectieve is, en daarom vaker zal plaatsvinden (hypothese). Het verschil in procentuele daling is echter minimaal.

3.7.1.2 *Het historisch verbruik van de bestaande voorraad gebouwd vóór 2010, naar grootteklassen*

We weten dat de gebouwgrootte een relatief grote invloed uitoefent op het energiegebruik. In Figuur 23 wordt daarom dezelfde historische ontwikkeling weergegeven, maar nu met het onderscheid naar twee grootteklassen.



Figuur 23 Historisch ontwikkeling gemiddeld werkelijk energiegebruik (kWh/m²) winkels_nonfood gebouwd tot 2010. Naar twee grootteklassen, met een doorkijk naar 2025. De grijze doorgetrokken lijn is het gemiddelde voor de gehele populatie.

Met deze en voorgaande sub-paragrafen kan worden geconcludeerd dat het gemiddeld werkelijk verbruik van de bestaande winkels tussen 2010 en 2019 met zo'n 11% tot 15% is gedaald (gemiddeld 14%), en dat dit trendmatig in 2025 nogmaals met 20% zal zijn afgenomen ten opzichte van 2019. Het gemiddeld verbruik zal dan rond de 140 kWh/m² liggen. Kleiner/grotere- en oudere/recenter winkels geven hieromheen een bandbreedte van +/- 20 kWh/m².

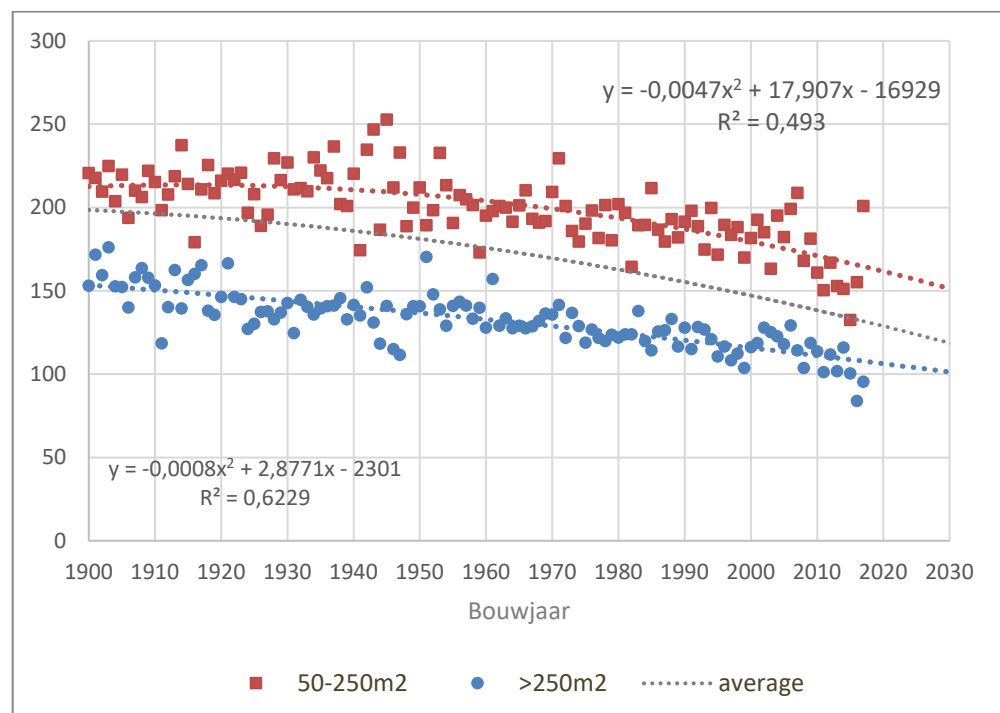
3.7.2 *Het effect van aanscherpende bouwnormen voor nieuwbouw op het werkelijk energiegebruik*

De vorige paragraaf keek naar de invloed van renovaties op intensiteiten binnen de bestaande voorraad, gebouwd tot 2010. In deze paragraaf proberen we iets te zeggen over de intensiteiten van winkels die hierna zijn gebouwd, en die tot 2025 gebouwd zullen gaan worden. Om het onderscheid met de vorige paragraaf te kunnen maken, typeren we deze winkels als 'nieuwbouw'.

In Figuur 24 wordt *per bouwjaar* de gemiddelde intensiteit in het verbruiksjaar 2018 getoond. De gehele voorraad is meegenomen waarbij het meest recente bouwjaar dat aanwezig is 2017 betreft. In de vorige paragraaf hadden we de bestaande voorraad opgedeeld naar bouwjaarklassen; hier is nu geen sprake meer van; het bouwjaar staat zelf vermeld op de x-as. In de Figuur wordt nu onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen, winkels met een grootte van 50-250 m² en winkels die groter zijn dan 250 m². Er zijn best-fit trendlijnen getrokken. De grijze trendlijn in het midden toont de waarde voor de gehele populatie, zonder onderscheid naar grootteklassen.

Niet getoond is dat de gasintensiteit afneemt met bouwjaar¹², maar de elektriciteitsintensiteit juist toeneemt. De figuur toont de resultante van deze twee effecten waarbij ze elkaar deels uitdoven. Nog steeds is er een duidelijke afnemende trend zichtbaar voor het gemiddeld totaal verbruik per bouwjaar.

Een verdere extrapolatie richting 2025 geeft een idee waar de gemiddelde intensiteit van toekomstige nieuwbouw op uitkomt. Dit geldt voor een *business as usual* scenario waarbij de ontwikkeling van 'nieuwbouwnormen, ICT toepassingen en andere modernisering' dezelfde trendmatigheden blijven volgen. We gaan hierbij voor het gemak uit van gelijkblijvende klimatologische omstandigheden (dezelfde graaddagen als in 2018).



Figuur 24 Gemiddelde totale intensiteit (kWh/m²) per bouwjaar, met een doorkijk naar 'nieuwbouw in 2030', winkels_nonfood. Er worden twee grootteklassen onderscheiden.

3.7.3 Kwantitatieve samenvatting

Tabel 17 vat voorgaande kwantitatief samen. De tabel geeft de (trendmatige) gemiddelde intensiteiten in 2025 voor de winkels gebouwd tot 2010 (kolom 3) en nieuwbouw dat in 2025 wordt neergezet (kolom 4). De laatste kolom geeft aan dat in 2025 nieuwbouw gemiddeld gezien wat energiezuiniger is dan de (inmiddels gerenoveerde) bestaande voorraad. Dit komt echter geheel voor rekening van een flink afgenomen gasverbruik, want tegelijkertijd neemt het elektriciteitsverbruik juist toe. Naast dat 'modernisering' gepaard gaat met een toename van het niet-gebouwweggebonden elektriciteitsverbruik, speelt hier doorheen dat de toepassing ruimteverwarming steeds vaker met een elektrische warmtepomp zal worden ingevuld.

¹² Een afname van de gasintensiteit van de meest recente bouwjaren zal voornamelijk afkomstig zijn van aanscherpende nieuwbouwnormen. Voor eerdere bouwjaren zullen uitgevoerde renovaties hier debet aan zijn. Ergens hier tussenin zullen beide aspecten een rol spelen.

Tabel 17 Trendmatige gemiddelde intensiteiten in 2025 voor de winkels gebouwd tot 2010 (kolom 3) en nieuwbouw dat in 2025 wordt neergezet (kolom 4).

1	2	3	4	5
intensiteit kWh/m ²	bandbreedte vanwege grootte klasse	Gebouwd tot 2010, verbruik in 2025	Verbruik nieuwbouw in 2025	Verbruik nieuwbouw als % van bestaande bouw
gas	<250 m ²	95	38	40%
elek	<250 m ²	66	115	174%
totaal	<250 m ²	160	157	98%
gas	gemiddeld	80	30	38%
elek	gemiddeld	60	95	158%
totaal	gemiddeld	140	125	89%
gas	>250 m ²	57	27	47%
elek	>250 m ²	52	76	146%
totaal	>250 m ²	118	104	88%

Deze toekomstige waarden betreffen echter het gemiddelde voor de gehele voorraad. Een soort van 'MJA equivalent' voor de winkels_nonfood. Of dit vertaald kan worden naar individuele situaties en of deze methode dan kan leiden tot een bruikbaar gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk gebruik, is nog een onbekend.

3.8 Samenvatting winkelfunctie

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere bouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de winkelfunctie. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug. De gevolgde methodiek wordt slechts aangestipt en niet meer uitvoerig besproken.

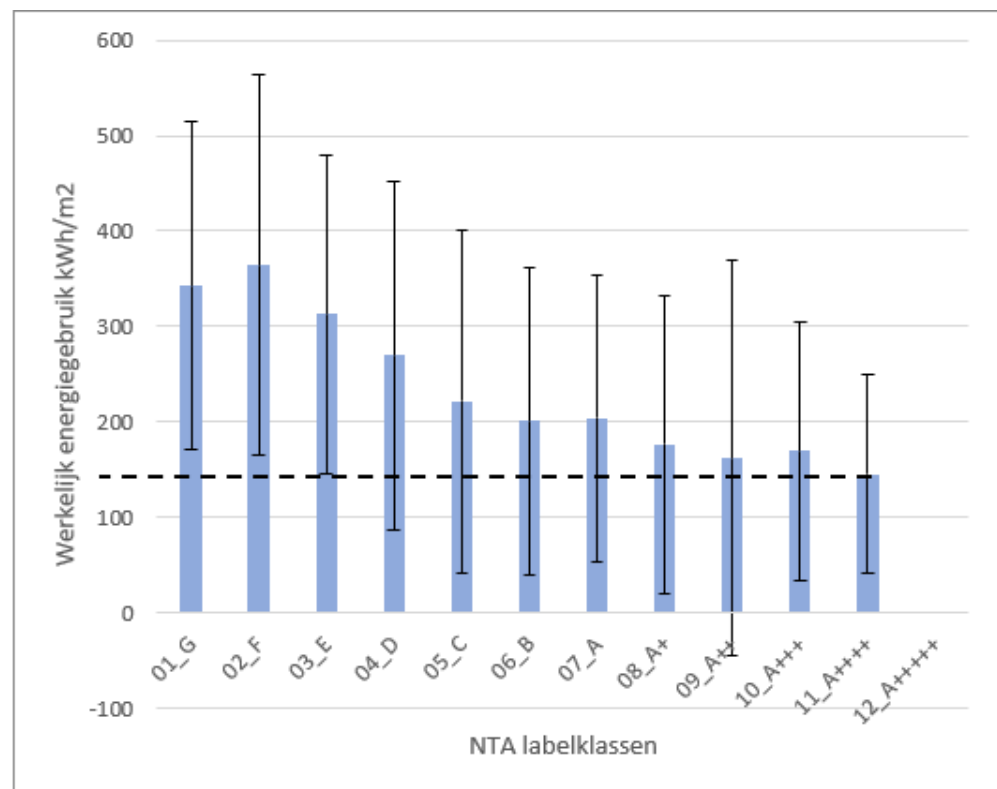
1 *Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) bouwcategorie, met de spreiding hierbinnen.*

In paragraaf 3.2 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. We hebben ruim 51.000 winkels tot onze beschikking. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 220 kWh/m². De spreiding is groot; we vinden een procentuele standaarddeviatie van 83%. Ook het 5% en 95%-percentiel ligt met 45 tot 542 kWh/m² ver uit elkaar.

In paragraaf 2.5.5 is de gehele winkelpopulatie opgedeeld naar NTA labelklassen. Het gemiddeld verbruik van deze gelabelde voorraad ligt op 216 kWh/m². Omdat slechts 10% van de voorraad een NTA label had, is de overige 90% voorzien van een indicatief label. Paragraaf 2.3 legt uit hoe dit via 'statistische imputatie' tot stand is gekomen. Onderstaande Figuur 25 toont het gemiddeld werkelijk verbruik per labelklasse en de spreiding (de standaarddeviatie) hierin. Het gemiddeld werkelijk verbruik voor label A4+ ligt rond de 150 kWh/m². Dit is de labelklasse die start met

de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m². De grote spreiding per labelklasse geeft een eerste indicatie dat een individuele winkel met dit werkelijk verbruik niet met een grote zekerheid in labelklasse A4+ kan eindigen; de winkel kan net zo goed in een andere labelklasse eindigen. Dit is een belangrijke constatering en wordt bij het beantwoorden van de vierde onderzoeksvraag verder gekwantificeerd.

Gerelateerd hieraan is de in paragraaf 3.4.5 gevonden grote 90% betrouwbaarheidsinterval in de A4+ labelklasse, veroorzaakt door de combinatie van het kleine aantal winkels in deze labelklasse en de zojuist gevonden grote spreiding in de data. Vanuit dit perspectief mag niet gesteld worden dat een A4+ gelabelde winkel significant afwijkt van A+.



Figuur 25 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, herhaling van Figuur 9.

2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

In paragraaf 3.4 is geanalyseerd in hoeverre de variabelen die we tot onze beschikking hebben het werkelijk verbruik beïnvloeden. In totaal kon 36,7% van de spreiding verklaard worden met 7 variabelen, waar het NTA label er zelf één van is. Dit is relatief gezien geen goede score en betekent dat we voor de winkels een aantal belangrijke variabele missen. Denk hierbij bijv. aan openingstijden, deel verwarmd oppervlak, nachtelijke reclame/etalage verlichting, etc. De analyse wijst uit dat de drie belangrijkste beïnvloedende variabelen worden gevormd door winkeltype (verklaard 27%), grootteklasse (verklaard 6,3%) en het NTA label (1,8%). Deze drie variabelen verklaren gezamenlijk 98,6% van de totale verklaarde spreiding; die daarmee op 36,2% komt. Het is vanuit statistisch oogpunt dan ook

acceptabel om, naast het NTA label zelf, het winkeltype en de grootteklasse verder mee te nemen bij de analyses.

- 3 *Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik in kWh per m², bij de voorgestelde BENG2 Eindnorm 2050.*

Paragraaf 3.5 gaat in op de Meervoudige Lineaire Regressie Analyse (MLRA) benchmark tool die hiervoor is ontwikkeld. Middels een Excel kan de gebruiker het gemiddelde werkelijk verbruik vinden voor iedere combinatie van 15 winkeltypen, 7 grootteklassen en 12 NTA labels. Voor de 98 mogelijke winkeltypen/grootteklassen-combinaties is in Bijlage D weergegeven welk gemiddeld werkelijk verbruik een winkel in NTA labelklasse A4+ heeft. Dit is de labelklasse die start met de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m².

- 4 *Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 Eindnorm 'als bovenwaarde zal hebben'.*

Paragraaf 3.6 gaat in op de zoektocht naar dit gelijkwaardige alternatief op basis van 'werkelijk verbruik'; die de hoofdvraag voor dit project vormt. Er zijn twee methoden toegepast, die eerst in paragraaf 3.6.1 zijn toegelicht. Hierna volgen de resultaten voor de winkels in paragraaf 3.6.2.

De belangrijkste conclusie is dat er via deze methode geen realistisch gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik gevonden wordt als equivalent voor de voorgestelde BENG2 Eindnormering. In de bij de vorige onderzoeksvraag vermelde Bijlage D is voor iedere winkeltype/grootteklasse-combinatie weergegeven hoe groot de kans op een reel gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik is. Op basis van het gemiddeld verbruik dat wordt gevonden voor labelklasse A4+, is de kans nooit groter dan 0,1% dat een individuele winkel met dit werkelijk verbruik, ook daadwerkelijk in deze labelklasse eindigt.

We kunnen dus wel afleiden dat het gemiddeld werkelijk verbruik voor bijv. de gehele winkelpopulatie met label A4+ rond de 150 kWh/m² ligt; maar deze redenering mogen we niet omkeren¹³.

❖ *Het historisch energieverbruik en de invloed van bouwjaren*

Aanvullend op het beantwoorden dan de onderzoeksvragen is voor winkels-*nonfood* gekeken naar de ontwikkeling van het historisch energieverbruik. Het verbruik van de bestaande voorraad met een bouwjaar tot 2010 neemt duidelijk af over de periode 2010-2019. Deze daling is gemiddeld 14%, maar afhankelijk van bouwjaar- en grootteklasse. Deze afname is in absolute zin groter voor de oudste onderscheiden bouwjaarklasse 1900 tot 1975, in vergelijking tot de recentere bouwjaarklasse 1992 tot 2010.

¹³ Deze conclusie is afhankelijk van middels imputatie toegekende indicatieve BENG2 verbruiken aan de niet-gelabelde voorraad, en van een extrapolatie richting NTA labelklasse A4+.

Ook is gekeken naar de gemiddelde intensiteit in het verbruiksjaar 2018, als functie van het originele bouwjaar. De trendmatige gasintensiteit neemt met het bouwjaar duidelijk af, terwijl de elektriciteitsintensiteit toeneemt. Netto gezien neemt het totaal verbruik ook af, maar relatief gezien dus minder snel.

Op deze wijze is iets te zeggen over hoe een gehele gebouwcategorie het door de jaren heen doet. Een vertaalslag naar individuele situaties blijft lastig gezien de in dit hoofdstuk gevonden bandbreedtes.

4 De bijeenkomstfunctie

4.1 Leeswijzer

Het CBS heeft de winkel- en bijeenkomstfunctie samengevoegd tot de 'retailvastgoed'. In Bijlage B wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de inrichting, afbakening en verrijking van dit CBS analysebestand, dat voor een groot deel voor beide functies geldt. Aspecten die anders zijn ten opzichte van de winkels zijn additioneel verwoord in paragraaf 4.2. Bijlage C.2 toont de relatie tussen de bijeenkomsttypen en de branches die door [Locatus.nl](https://locatus.nl) worden onderscheiden. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in paragraaf 2.2.

- Paragraaf 4.3 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: 'Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?'
- Paragraaf 4.4 selecteert hieruit de NTA gelabelde voorraad en vult het antwoord aan door het verbruik per labelklasse te analyseren. Ook de bijbehorende spreidingsmaten worden gegeven.
- Paragraaf 4.5 geeft eerst het verbruik naar de drie onderscheiden bijeenkomsttypen cafés, restaurants en cafetaria's, waarna ook deze subpopulaties naar labelklassen worden opgedeeld.
- Paragrafen 4.6 en 4.7 doen hetzelfde, maar dan met een focus op de grootteklassen. Paragraaf 4.6 analyseert eerst de gehele gelabelde voorraad naar grootteklassen, waarna paragraaf 4.7 dit doet per onderscheiden bijeenkomsttype. De resultaten die hier uit voorkomen zeggen iets over de mate waarin deze variabele de spreiding beïnvloed, wat onderdeel is van de tweede onderzoeksvraag.
- Paragraaf 4.8 combineert voorgaande en deelt de gelabelde voorraad op naar drie niveaus: labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype. Hiermee kan de tabel opgesteld worden die gevraagd wordt met de derde onderzoeksvraag.
- Paragraaf 4.9 tenslotte beantwoordt in de vorm van een samenvatting de onderzoeksvragen met de resultaten uit voorgaande paragrafen. Ook legt deze paragraaf uit waarom de vierde onderzoeksvraag niet beantwoord kan worden.

4.2 Inleiding

Gebouwtypen en gebruiksfuncties

De gebouwtypen cafés, cafetaria's en restaurants in het CBS analysebestand behoren tot de NTA gebruiksfunctie 'bijeenkomst'¹⁴. Tabel 18 geeft de aantallen in het analysebestand naar door CBS onderscheiden gebouwtypen (in de tabel

¹⁴ CBS heeft deze gebouwtypen onder 'Retail' geschaard; ze bevinden zich dan ook binnen hetzelfde [digitale dashboard](#) als de winkels. NTA maakt onderscheid in 'bijeenkomst voor kinderopvang' en 'bijeenkomst overig'. De vorige methodiek, ISSO 75.3, maakt onderscheid naar 'bijeenkomst met alcohol' en 'bijeenkomst zonder alcohol'. Voor bestaande bouw (ISSO75.3 / basismethode t/m 2020) wordt nog wel gewerkt met 'bijeenkomst met alcohol', maar niet met 'bijeenkomst kinderdagverblijf'.

aangegeven met 'Vivet-omschrijving'), waarna het percentage met een NTA label volgt¹⁵.

Tabel 18 Aantallen cafés, cafetaria's en restaurants in het CBS analysebestand en het gelabelde aandeel hierbinnen, naar NTA gebruiksfuncties. De afkorting 'kdv' betekent 'zonder kinderdagverblijf'; zie voetnoot 14.

Vivet omschrijving	aantal	NTA gebruiksfunctie	# gelabeld	% gelabeld
1 bijeenkomst_cafe	3.827	bijeenkomst zonder kdv	198	5,2%
		anders, voornamelijk winkel	14	0,4%
2 bijeenkomst_cafetaria	8.733	bijeenkomst zonder kdv	503	5,8%
		anders, voornamelijk winkel	457	5,2%
3 bijeenkomst_restaurant	8.974	bijeenkomst zonder kdv	642	7,2%
		anders, voornamelijk winkel	749	8,3%
Totaal	21.534	bijeenkomst zonder kdv	1.343	6,2%
		anders, voornamelijk winkel	1.220	5,7%
		Totaal gelabeld	2.563	11,9%

Uit de tabel volgt dat bijna 12% van de populatie een NTA label heeft gekregen. Echter, slechts de helft hiervan heeft een 'bijeenkomst' label gekregen. Voor de andere helft is voornamelijk een 'winkel' label afgegeven, maar ook 'kantoren' komen regelmatig voor. De definitie van de 'bijeenkomstfunctie' omvat o.a. de zinsnede: 'het verstrekken van consumpties voor het gebruik *ter plaatse*' (obex.nl). Als we deze definitie letterlijk nemen valt een deel van de cafetaria en *afhaal*restaurants wellicht eerder onder de winkelfunctie. In ieder geval toont deze inleidende kwantificering dat bij de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik met deze discrepantie rekening moet worden gehouden.

Bij de winkels hebben we op basis van ruim 10% gelabelde cases, de rest van de populatie van een indicatief label voorzien middels meervoudige imputatie (zie paragraaf 3.3.2). De controles wezen uit dat we hiermee verder konden werken. De literatuur geeft geen eenduidig antwoord op de vraag waar de benedengrens ligt voor imputeren, echter minder dan 10%, zoals we nu vinden voor de bijeenkomstfunctie, lijkt onverantwoord. Met deze reden gaan we enkel verder met de bijeenkomst-gelabelde voorraad, waarbij we de drie door CBS onderscheiden typen meenemen als beïnvloedende parameter.

Systeemgrenzen labelmethodiek versus Vivet

In Bijlage B.5.2 wordt uitgelegd dat de systeemgrenzen van een gebouw binnen het CBS analysebestand niet altijd overeenkomt met de fysieke grenzen waar het label voor is afgegeven. Enkel wanneer beiden slechts één BAG-vbo betreffen, zijn we hier zeker van. Tabel 19 toont dat 99% van de beschikbare NTA labels zijn afgegeven aan situaties met slechts één vbo¹⁶.

¹⁵ Het aandeel dat door het CBS van een valide verbruik is voorzien is hier nog niet in meegenomen.

¹⁶ Dit is niet verwonderlijk, want in dezelfde bijlage wordt uitgelegd dat het CBS voor winkels, cafés, cafetaria's en restaurants bewust de complexere situaties niet heeft meegenomen.

Tabel 19 Aantal beschikbare NTA labels naar aantallen vbo's waar het label betrekking op heeft.

NTA aantal vbo's	1 bijeenkomst cafe	2 bijeenkomst cafetaria	3 bijeenkomst restaurant	bijeenkomst totaal
1	195	493	637	1325
2	3	8	5	15
3	0	2	0	2
Totaal:	198	503	642	1342
% 1 vbo	98%	98%	99%	99%

Oppervlak naar Ag m² versus m² go

Het oppervlak in het CBS analysebestand betreft het in de BAG vermelde gebruiksoppervlak (m² go). Het oppervlak waarmee het energielabel is bepaald wordt uitgedrukt in m² Ag. Deze oppervlakten zijn met elkaar vergelijkbaar¹⁷. In beiden zitten om diverse redenen fouten. We nemen enkel de situaties mee, waarvoor geldt dat beide vermelde oppervlakten binnen 10% van elkaars waarde liggen. Hiermee vallen 6 cases af (zie tabel Tabel 20), wat een zeer goede score is.

Tabel 20 Aantal beschikbare NTA labels naar aantallen vbo's waar het label betrekking op heeft, waarbij m² Ag en m² go dicht bij elkaar liggen.

NTA aantal vbo's	1 bijeenkomst cafe	2 bijeenkomst cafetaria	3 bijeenkomst restaurant	bijeenkomst totaal
1	195	492	632	1319
2	3	7	5	15
3	0	2	0	2
Totaal:	198	501	637	1336
% 1 vbo	98%	98%	99%	99%
% van voorgaande tabel	100%	100%	99%	100%

BENG2 Eindnorm 2050

De voorgestelde BENG2 Eindnorm ligt op 75 kWh/m². Deze valt binnen label A+++ . Slechts 9 cases (0,7%) voldoen hier al aan, zoals uit Tabel 21 blijkt. Het werkelijk verbruik in deze labelklasse zal voornamelijk middels extrapolatie worden bepaald.

¹⁷ Vergelijk paragraaf 7.4.2.3 van het opnameprotocol van ISSO 75.1 ([ISSO.nl](https://www.iss.nl)) met de meetmethode van [NEN 2580](https://www.nen.nl) (paragraaf 4.5.1).

Tabel 21 Opdeling NTA gelabelde voorraad naar CBS-gebouwtype en labelklasse

NTA_label	1 bijeenkomst cafe	2 bijeenkomst cafetaria	3 bijeenkomst restaurant	bijeenkomst totaal
A+++	0	3	6	9
A++	4	22	40	66
A+	22	82	113	217
A	18	55	67	140
B	19	52	54	125
C	22	52	80	154
D	27	61	75	163
E	22	52	56	130
F	14	31	48	93
G	50	91	98	239
Totaal	198	501	637	1336
Totaal A+++ of beter	0	3	6	9
% A+++ of beter	0,0%	0,6%	0,9%	0,7%

A_plusjes vanuit ISSO/NEN

Bij de winkels zijn additionele (indicatieve) A_met_plusjes toegevoegd aan de NTA gelabelde populatie vanuit de voormalige ISSO/NEN labels (zie paragraaf 3.3). Voor de bijeenkomstfunctie met alcohol waren deze niet aanwezig. Opvallend veel ISSO/NEN A-labels hebben met de NTA methodiek wel plusjes toegewezen gekregen zoals uit voorgaande tabel blijkt.

eLoket EML-lijst

De relevante EML lijst omvat 'Hotels en restaurants'¹⁸. Vanuit eLoket wordt mogelijk inzicht verkregen in de volgende voor dit onderzoek relevante aspecten:

- In werking hebben van een liftinstallatie, in de EML lijst gecodeerd met FD1
- In werking hebben van productkoeling, in de EML lijst gecodeerd met FC1
- In werking hebben van een grootkeuken en bereiden van voedingsmiddelen, in de EML lijst gecodeerd met respectievelijk FF1 en FG1

Vanuit de ervaring van de winkel-analyse is echter besloten eLoket voor de bijeenkomstfunctie niet mee te nemen. Redenen:

- eLoket zou de beschikbare populatie naar alle waarschijnlijkheid verder doen afnemen vanwege het relatief lage NTA koppelingspercentage; nog lang niet alle bedrijven zijn verwerkt.
- Het energieverbruik van winkels wordt door liftinstallaties niet significant beïnvloed, bovendien ligt hier een directe relatie van de groottefactor die al wordt meegenomen
- Het hebben van productkoeling en/of een grootkeuken en/of het bereiden van voedingsmiddelen is inherent al gedefinieerd door de drie onderscheiden gebouwtypen.

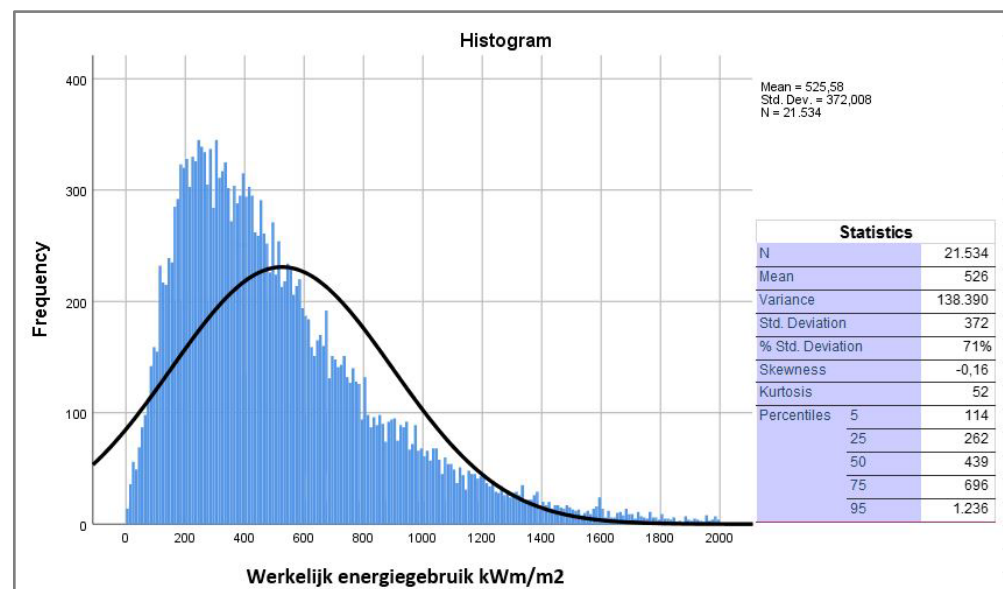
¹⁸ Aangepast citaat EML lijst: 'SBI-codes die hiervoor veelal worden gebruikt: SBI-code 55.10.1 (hotel-restaurants) 55.10.2 (hotels, pensions en conferentieoord) en 56.10.1 (restaurants). Cafetaria's, ijssalons, lunchrooms, snackbars, eetkramen (vallen binnen SBI 56.1) en cafés (vallen binnen SBI 56.3) vallen ook onder de reikwijdte van de lijst.'

Beïnvloedende variabelen

Bij de winkelanalyse hadden we 7 onafhankelijke variabelen meegenomen in een MLRA. De provincie, het bouwjaar en een variabele die iets zegt over het verliesoppervlak hadden, in vergelijking tot de overige variabelen, vrijwel geen invloed op het energiegebruik. Er is geen logische verwachting dat dit anders zal zijn voor de bijeenkomstfunctie, of voor andere gebouwcategorieën. Daarom wordt enkel de invloed van de variabelen gebouwtype, oppervlakteklasse en energielabel meegenomen bij de analyse.

4.3 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding gehele populatie

Figuur 26 toont de frequentietabel voor het werkelijk verbruik van *alle* cafés, cafetaria's en restaurants in het CBS analysebestand. Hierbij is dus zowel de gelabelde- als de niet gelabelde voorraad meegenomen. De zwarte lijn wordt door SPSS ingetekend en toont de ideale normaalverdeling, waar deze populatie sterk van afwijkt.



Figuur 26 Histogram werkelijk verbruik bijeenkomstfunctie voor de gehele beschikbare populatie en de gerelateerde spreidingsmaten

Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 526 kWh/m². De populatie is erg divers, denk aan de restaurants waar gekookt wordt versus de cafés waar enkel gedronken wordt. Bovendien zijn deze gebouwen gemiddeld gezien klein, en juist bij kleinere gebouwen is de spreiding in het werkelijk verbruik relatief gezien groot. Dit zien we terug in de spreiding, uitgedrukt als de variatiecoëfficiënt, die 71% bedraagt.

Omdat er geen sprake is van een normaalverdeling, is de standaarddeviatie niet een representatieve indicator voor de mate van de spreiding van het werkelijk energiegebruik. Daarom wordt de lezer ook gewezen op de grote spreiding die in het 5 en 95 percentiel kan worden gevonden; deze range loopt van 114 tot 1236 kWh/m². Met voorgaande is de eerste onderzoeksvraag beantwoord.

4.4 Labelklassen individueel geanalyseerd, gelabelde voorraad

Tabel 22 toont voor de gelabelde bijeenkomstpopulatie, per labelklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. De laatste twee kolommen geven inzicht in de gemiddelde grootte per BAG verblijfsobject, en het aantal verblijfsobjecten in een pand. Hoe groter het vbo, hoe lager het verbruik per m². Hoe meer vbo's in een pand, hoe groter de kans op gedeeld schiloppervlak en daardoor op minder warmteverlies (een zwak equivalent voor de vormfactor). De laatste rij toont de resultaten voor de gehele gelabelde voorraad¹⁹. De gewogen waarde voor de % standaarddeviatie ligt op 67%. Ten opzicht van de initiële waarde van 71% (Figuur 26) is dit een verlaging van 6%. Zonder een uitgebreide MLRA uit te voeren, kunnen we met de kennis van de winkelanalyse nu, concluderen dat labels de variantie (spreiding) voor *maximaal* 6% verklaren²⁰. In werkelijkheid zal dit percentage lager liggen vanwege de dominante invloed van bijeenkomsttypen en grootteklassen.

Tabel 22 Resultaten voor de gehele bijeenkomstpopulatie naar labelklassen

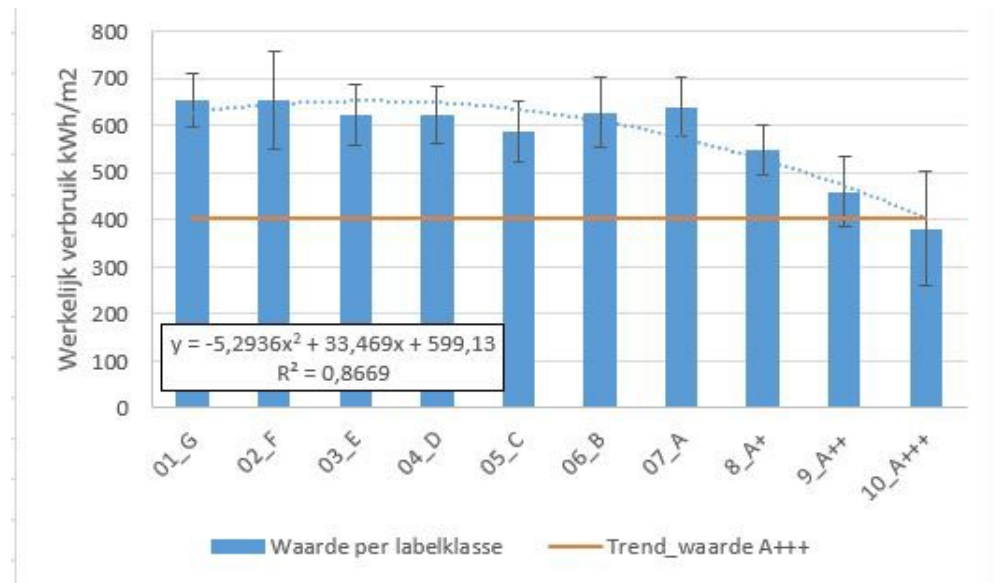
Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_G	239	652	595	709	446	68%	145	5
02_F	93	653	551	756	496	76%	152	7
03_E	130	623	557	689	379	61%	157	9
04_D	163	623	563	684	393	63%	162	9
05_C	154	588	523	652	407	69%	200	10
06_B	125	627	553	701	418	67%	187	11
07_A	140	640	577	702	375	59%	169	12
8_A+	217	548	495	600	391	71%	211	17
9_A++	66	460	385	535	305	66%	258	29
10_A+++	9	381	259	502	159	42%	564	36
11_A++++								
totaal	1336	606	585	628	409	67%	181	11

Figuur 27 toont het gemiddeld werkelijk verbruik per NTA labelklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. De bandbreedte toont de 5%-95%BI. Vanuit de winkelanalyse weten we dat andere variabelen dit plaatje relatief sterk beïnvloeden. Vanuit deze analyse mag gesteld worden dat het gemiddeld verbruik van A3+ significant lager ligt ten opzicht van labelklassen G t/m A. Hierbij dient te worden opgemerkt dat A3+ vbo's gemiddeld gezien ook duidelijk groter zijn en

¹⁹ De waarde onder ' % standaarddeviatie ' is hier de over de bovenstaande rijen *gewogen gemiddelde* % standaarddeviatie. Dit geeft inzicht in hoeverre de geanalyseerde variabele in staat is geweest om de originele spreiding van Figuur 26 terug te dringen. Dit geldt ook voor tabellen die nog volgen, mits op deze wijze aangegeven.

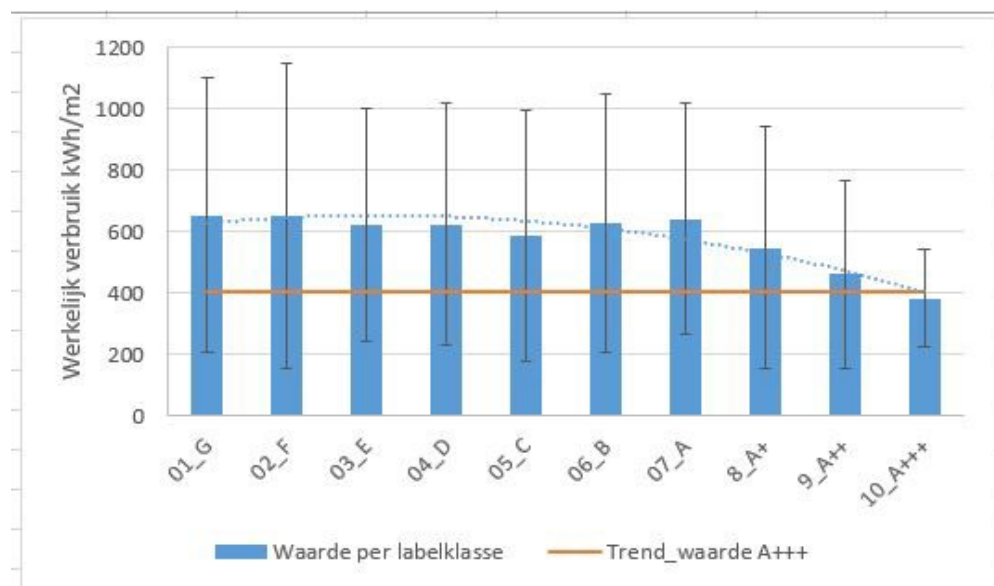
²⁰ Een verklaarde variantie voor een specifieke onafhankelijke variabele binnen een MLRA is min-of-meer gelijk aan de procentuele verlaagde (gewogen) standaarddeviatie, wanneer de voorraad opgedeeld wordt naar deze ene variabele, zoals hier is gedaan. Op zich logisch want de uitwerking hier kan beschouwd worden als een *Enkelvoudige* Lineaire Regressie Analyse. Een MLRA doet eigenlijk exact hetzelfde, maar dan meervoudig. Wanneer verklaarde varianties kleiner worden gaat deze redenatie steeds minder goed op (vandaar de toevoeging 'maximale verklaring'). De reden is dat bij meervoudige regressie, de variabelen met de laagste verklaarde variantie beïnvloed worden door die met de hoogste verklaarde variantie; zo is de ervaring vanuit de onderwijsanalyse. We zijn echter op zoek naar algemeen 'de grootste drie beïnvloeden variabelen', waarbij een volgorde hierbinnen belangrijker is, dan de exacte procentuele waarde van de verklaarde spreiding. Hiermee volstaat de benadering zoals hier gekozen.

waarschijnlijk minder verliesoppervlak hebben. De rode verticale lijn is de trendmatige gemiddelde waarde voor A3+ (404 kWh/m²).



Figuur 27 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met het 90%BI, gelabelde bijeenkomstpopulatie

Figuur 28 toont dezelfde informatie, maar dan met de standaarddeviatie, waarmee de spreiding rondom het gemiddelde per labelklasse inzichtelijk wordt. Wanneer er sprake zou zijn van een normaalverdeling, zou ruim 68% van een populatie hierbinnen vallen. Deze figuur geeft visueel weer dat je wel kunt stellen dat bijeenkomst gebouwen binnen label A3+ een gemiddeld werkelijk verbruik hebben van rond de 400 kWh/m², maar dat je niet mag stellen dat een willekeurige case met dit werkelijke verbruik, ook een gereede kans heeft om binnen A3+ te vallen. Deze conclusie komt overeen met die van de winkels in Hoofdstuk 3.



Figuur 28 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde bijeenkomstpopulatie

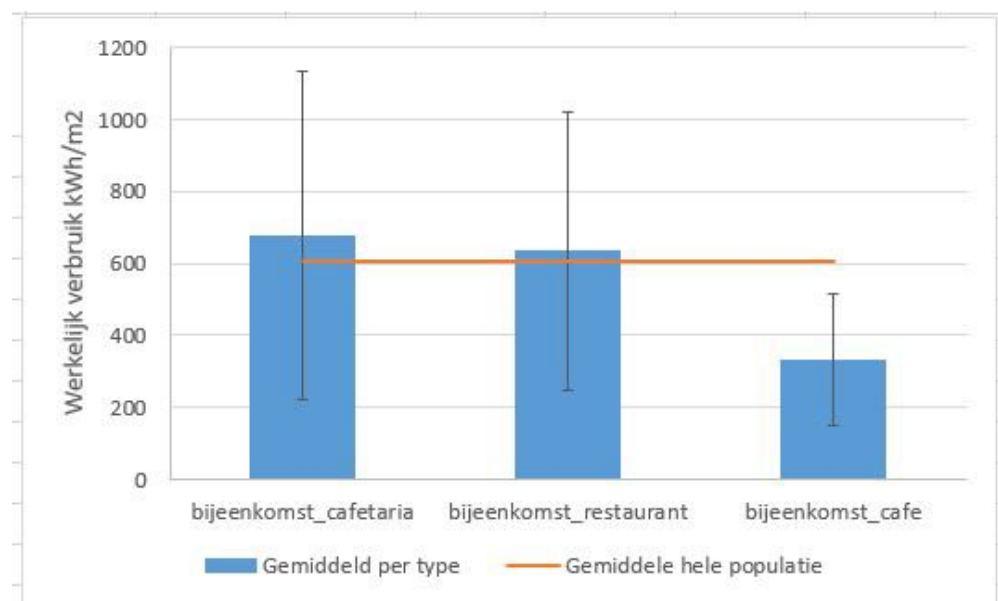
4.5 Labelklassen binnen bijeenkomsttypen geanalyseerd

Tabel 23 geeft de resultaten naar de drie door het CBS onderscheiden bijeenkomsttypen. Figuur 29 geeft het resultaat visueel weer, zonder rekening te houden met de andere beïnvloedende variabelen. Een cafetaria heeft gemiddeld een ruim twee maal hoger energiegebruik dan een café.

De gewogen waarde voor de % standaarddeviatie ligt op 62%. Ten opzicht van de initiële waarde van 71% (Figuur 26) is dit een verlaging van 12%. Zonder een uitgebreide MLRA uit te voeren, kunnen we met de kennis van de winkelanalyse nu concluderen dat labels de variantie (spreiding) voor *maximaal* 12% verklaren. Dit ligt lager in vergelijking tot de invloed van winkeltypen.

Tabel 23 Resultaten voor de onderscheiden typen binnen de bijeenkomstfunctie

Bijeenkomst_type	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
bijeenkomst_cafetaria	501	679	639	719	455	67%	117	14
bijeenkomst_restaurant	637	635	605	665	386	61%	238	10
bijeenkomst_cafe	198	332	306	357	182	55%	157	7
Totaal	1336	606	585	628	409	62%	181	11



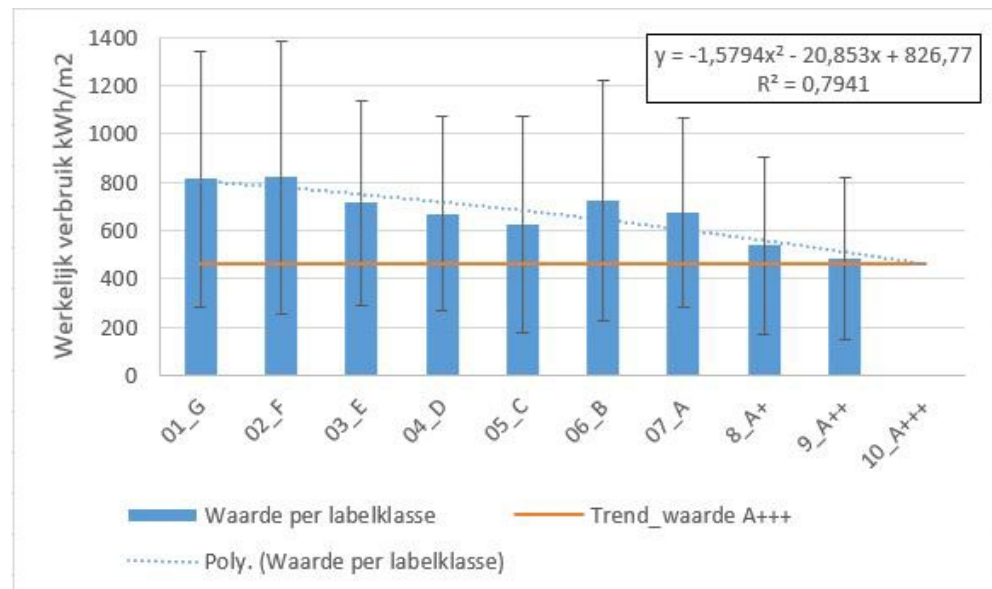
Figuur 29 Gemiddeld verbruik voor de onderscheiden typen binnen de bijeenkomstfunctie. De bandbreedte betreft de standaarddeviatie. De rode verticale lijn representeert het gemiddelde voor de gehele populatie.

4.5.1 Cafetaria's naar labelklassen

Tabel 24 en Figuur 30 tonen de resultaten voor cafetaria's naar labelklassen. Het gemiddeld werkelijk verbruik voor A3+ (460 kWh/m²) is in de figuur tot stand gekomen na extrapolatie van de trendlijn. De dalende trendmatigheid wordt zowel beïnvloed door een toenemende vbo-grootte als door een toenemend aantal vbo's per pand. Gezien de standaarddeviaties per labelklasse, mag deze niet gelden als een gelijkwaardig alternatief voor de BENG2 Eindnormering.

Tabel 24 Resultaten voor cafetaria's naar labelklassen

Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2 Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_G	91	812	702	923	530	65%	90	7
02_F	31	820	612	1028	567	69%	102	8
03_E	52	715	597	832	423	59%	108	13
04_D	61	670	567	773	402	60%	113	10
05_C	52	622	497	747	448	72%	127	12
06_B	52	721	583	860	497	69%	128	15
07_A	55	673	568	779	391	58%	118	13
8_A+	82	538	457	619	369	69%	143	23
9_A++	22	482	334	630	334	69%	134	40
10_A+++	3							
11_A+++								
totaal	501	679	639	719	455	67%	117	14



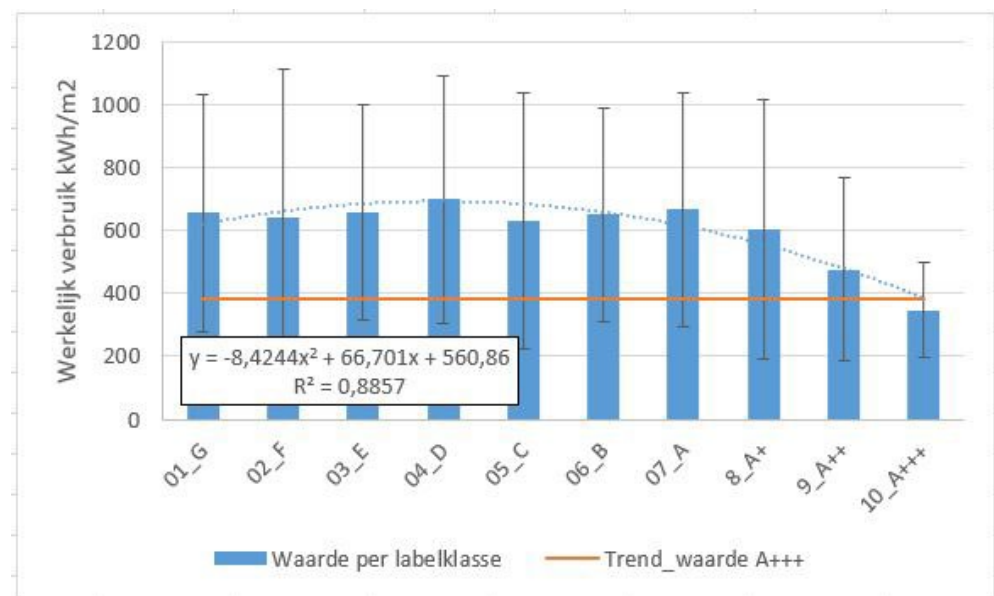
Figuur 30 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, cafetaria's

4.5.2 Restaurants naar labelklassen

Tabel 25 en Figuur 31 tonen de resultaten voor restaurants naar labelklassen. De trendmatige daling over de labelklassen is nu minder groot; van G naar A is er geen afname te constateren. Dit komt overeen met eerdere bevindingen in (Sipma, 2019a). Pas vanaf label A lijkt een daling zich in te zetten, waarna het trendmatig gemiddeld werkelijk voor A3+ uitkomt op 385 kWh/m². Ook nu wordt de dalende trendmatigheid beïnvloed door zowel een toenemende vbo-grootte als door een toenemend aantal vbo's per pand. Gezien de standaarddeviaties per labelklasse, mag deze niet gelden als een gelijkwaardig alternatief voor de BENG2 Eindnormering.

Tabel 25 Resultaten voor restaurants naar labelklassen

Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2 Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_G	98	656	581	732	377	57%	200	4
02_F	48	644	507	780	470	73%	191	5
03_E	56	657	565	749	343	52%	202	5
04_D	75	699	609	790	393	56%	197	8
05_C	80	631	541	722	407	64%	262	11
06_B	54	650	557	743	341	52%	244	8
07_A	67	668	577	758	371	56%	224	12
8_A+	113	605	528	682	413	68%	265	15
9_A++	40	476	383	569	290	61%	325	25
10_A+++	6	348	188	507	152	44%	770	36
11_A+++								
totaal	637	635	605	665	386	61%	238	10



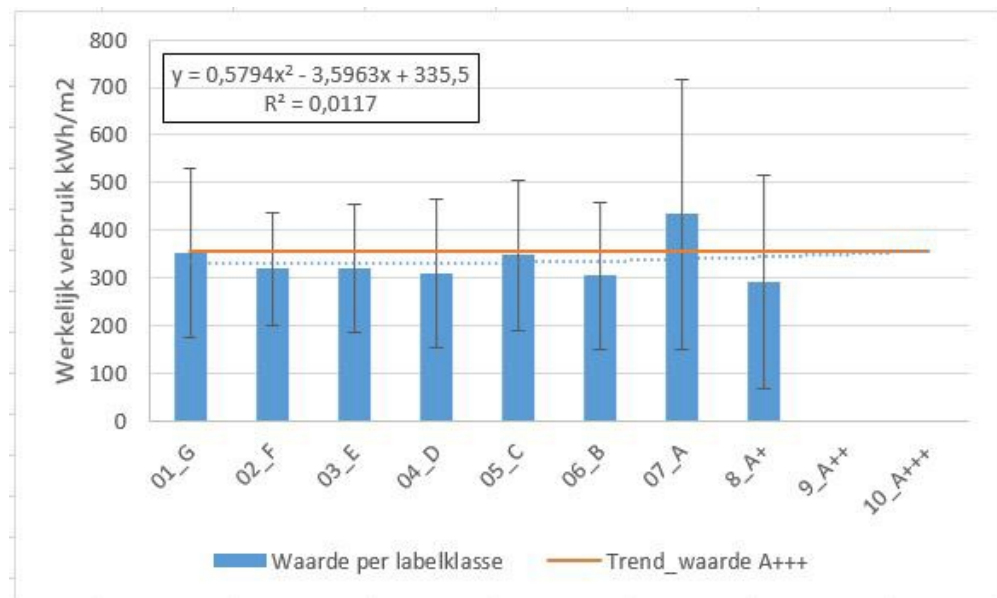
Figuur 31 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, restaurants

4.5.3 Cafés naar labelklassen

Tabel 26 en Figuur 32 tonen de resultaten voor cafés naar labelklassen. Er is geen sprake van een trendmatige daling van het gemiddeld werkelijk verbruik, en daarmee is er ook geen gelijkwaardig alternatief voor de BENG2 Eindnormering. Het valt op dat de intensiteit van label A relatief hoog ligt, en dat tegelijkertijd juist hier de gemiddelde grootte relatief klein is.

Tabel 26 Resultaten voor cafés naar labelklassen

Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_G	50	352	302	402	176	50%	136	3
02_F	14	318	249	387	120	38%	129	13
03_E	22	320	260	380	135	42%	156	9
04_D	27	307	246	369	156	51%	180	7
05_C	22	347	277	417	158	45%	148	4
06_B	19	305	231	379	154	51%	184	9
07_A	18	433	293	573	282	65%	118	6
8_A+	22	290	191	389	224	77%	188	11
9_A++	4							
10_A+++								
11_A+++								
total	198	332	306	357	182	55%	157	7



Figuur 32 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, cafés

4.6 Grootteklasse individueel geanalyseerd

Tabel 27 toont voor de gelabelde bijeenkomstpopulatie²¹, per grootteklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. De laatste twee kolommen geven inzicht in de gemiddelde grootte per verblijfsobject, en het aantal verblijfsobjecten in een pand. Hoe groter het vbo, hoe lager het verbruik per m². Hoe meer vbo's in een pand, hoe groter de kans op gedeeld schiloppervlak en daardoor op minder warmteverlies (een zwak equivalent voor de vormfactor).

De gewogen waarde voor de % standaarddeviatie ligt op 61% (niet getoond). Ten opzichte van de initiële waarde van 71% (Figuur 26) is dit een verlaging van 9%.

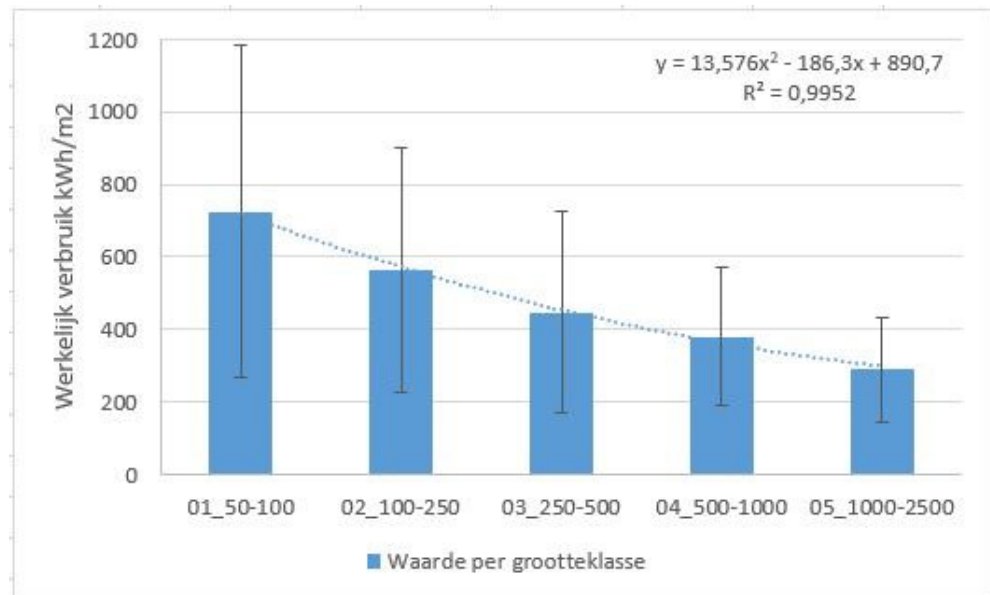
²¹ De benedengrens wordt bij 50m² Ag gelegd, met deze reden ligt het totaal aantal cases nu op 1299 i.p.v. 1366 zoals in de vorige paragrafen.

Zonder een uitgebreide MLRA uit te voeren kunnen we, met de kennis van de winkelanalyse, concluderen dat labels de variantie (spreiding) voor *maximaal* 14% verklaren. Dit ligt hoger in vergelijking tot de invloed van winkeltypen.

Tabel 27 Resultaten voor de gelabelde bijeenkomstpopulatie naar grootteklassen

Grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_50-100	389	724	678	769	458	63%	78	11
02_100-250	686	563	538	588	336	60%	152	12
03_250-500	171	448	406	490	278	62%	336	10
04_500-1000	44	381	322	439	192	51%	691	10
05_1000-2500	9	291	180	402	144	50%	1,926	7
totaal	1299	588	567	609	380	65%	185	11

Figuur 33 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik per grootteklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. Ook de standaarddeviatie wordt getoond.



Figuur 33 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde bijeenkomstpopulatie

4.7 Grootteklassen binnen bijeenkomsttypen geanalyseerd

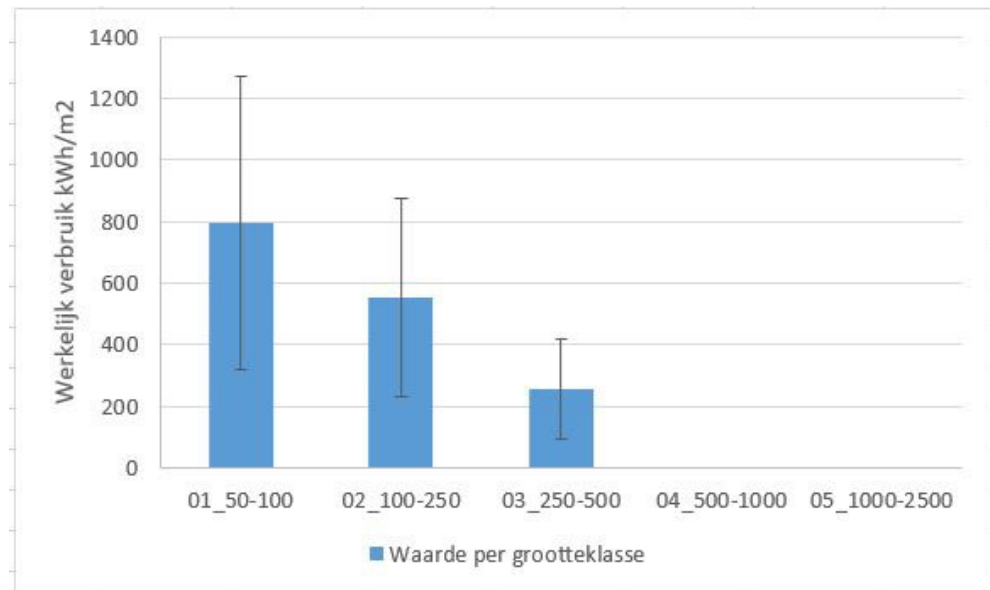
In de paragrafen die volgen wordt per bijeenkomsttype naar grootteklasse geanalyseerd. De conclusie is steeds dezelfde; met een groter pand neemt de intensiteit af.

4.7.1 Cafeteria's naar grootteklassen

Tabel 28 en Figuur 34 tonen de resultaten voor cafetaria's naar grootteklassen.

Tabel 28 Resultaten voor cafetaria's naar grootteklassen in m² go

Grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_50-100	202	795	729	861	474	60%	77	12
02_100-250	259	554	514	593	323	58%	141	16
03_250-500	14	256	163	349	161	63%	319	16
04_500-1000								
05_1000-2500								
totaal	476	647	610	684	414	64%	121	14



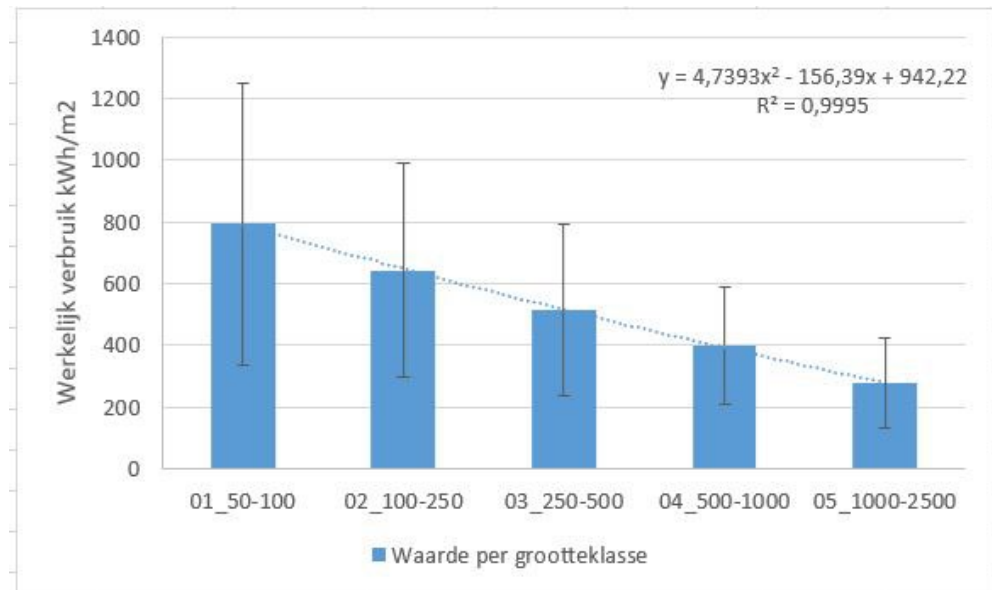
Figuur 34 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, cafetaria's

4.7.2 Restaurants naar grootteklassen

Tabel 29 en Figuur 35 tonen de resultaten voor restaurants naar grootteklassen.

Tabel 29 Resultaten voor restaurants naar grootteklassen

Grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_50-100	116	793	709	877	457	58%	80	11
02_100-250	334	643	605	680	348	54%	160	10
03_250-500	130	515	467	563	278	54%	343	10
04_500-1000	40	399	337	460	192	48%	692	11
05_1000-2500	8	276	153	398	146	53%	2011	7
totaal	628	624	595	653	366	59%	241	10



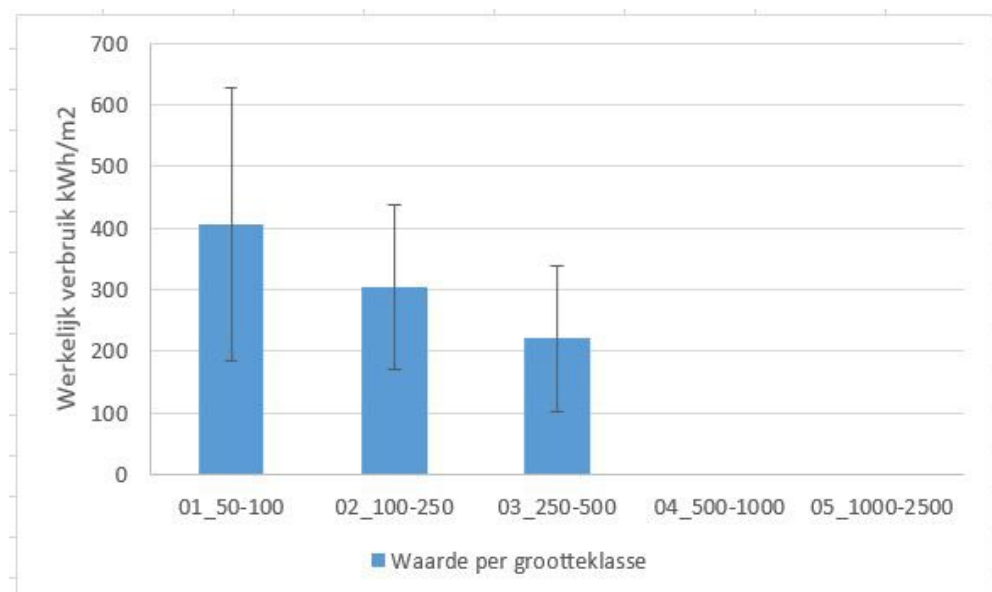
Figuur 35 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, restaurants

4.7.3 Cafés naar grootteklassen

Tabel 30 en Figuur 36 tonen de resultaten voor cafés naar grootteklassen.

Tabel 30 Resultaten voor cafés naar grootteklassen

Grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand
01_50-100	71	406	354	458	221	54%	79	8
02_100-250	93	304	276	331	133	44%	153	8
03_250-500	27	221	174	267	118	53%	312	4
04_500-1000	4							
05_1000-2500								
totaal	195	327	302	353	180	55%	159	7



Figuur 36 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, cafés

4.8 Labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype

Tabel 31 toont resultaten voor de analyse naar labelklassen binnen grootteklassen. Wanneer er voldoende data aanwezig is, wordt een trendmatige waarde gegeven voor het werkelijk verbruik voor A3+. De kolom [Aantal cases gehele subpopulatie] toont op basis van hoeveel cases dit is bepaald. Wanneer de trendmatigheid een toenemende waarde liet zien, is deze niet overgenomen.

De gewogen waarde voor de %-standaarddeviatie ligt op 56% (niet getoond). Ten opzicht van de initiële waarde van 71% (Figuur 26) is dit een verlaging van 21%. Zonder een uitgebreide MLRA uit te voeren, kunnen we met de kennis van de winkelanalyse nu concluderen dat de combinatie grootteklasse, bijeenkomsttypen en labelklassen hiermee gezamenlijk voor ongeveer 21% de spreiding verklaren. Dit ligt lager dan bij de winkels. De individuele invloed van deze variabelen neemt af in deze volgorde.

Tabel 31 Resultaten voor labelklassen binnen grootteklassen, per bijeenkomsttype

Bijeenkomst_type	Grootteklasse	Aantal cases gehele sub-populatie	Ondelinge ranking qua aantal cases	Trendlijn vanaf label A	A3+ trendlijn waarde kWh/m2	%SD gehele sub-populatie
1_cafe	01_50-100	71	7	toenemend	toenemend	54%
1_cafe	02_100-250	93	6	afnemend	265	44%
2_cafetaria	01_50-100	202	3	afnemend	486	60%
2_cafetaria	02_100-250	259	2	afnemend	426	58%
3_restaurant	01_50-100	116	5	toenemend	toenemend	58%
3_restaurant	02_100-250	334	1	afnemend	486	54%
3_restaurant	03_250-500	130	4	afnemend	351	54%
Totaal	01_50-100	389	nvt	licht afnemend	653	63%
Totaal	02_100-250	686	nvt	afnemend	447	60%
Totaal	03_250-500	171	nvt	afnemend	350	62%

Tabel 32 Resultaten voor labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype, achtergronddata behorende bij de situatie met de meeste cases in Tabel 31; eerste positie.

Positie: eerste									
Bijeenkomsttype: 3_restaurant									
Grootteklasse: 02_100-250									
Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2 Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand	
01_G	48	590	513	666	264	45%	163	4	
02_F	22	607	459	756	336	55%	180	5	
03_E	29	676	543	809	350	52%	153	4	
04_D	42	699	589	808	352	50%	165	9	
05_C	38	666	529	804	419	63%	157	7	
06_B	30	671	558	784	302	45%	149	7	
07_A	37	699	572	827	382	55%	157	16	
8_A+	68	621	529	713	379	61%	158	14	
9_A++	19	543	414	672	267	49%	170	29	
10_A+++									
11_A++++									
totaal	334	643	605	680	348	54%	160	10	

Tabel 32 toont de achterliggende data voor de situatie met de meeste cases [3_restaurants, 02_100-250 m² Ag]. Uit de bijbehorende figuur volgt dat het verbruik vanaf G t/m B eerst oploopt, waarna deze weer daalt. De trendmatige waarde die bij A3+ wordt gevonden, zou binnen de bandbreedte van iedere labelklasse vallen en in een individueel geval net zo goed bij label G kunnen horen. Met deze reden wordt ook bij deze segmentatie geen gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik gevonden²². Dit geldt ook voor de overige segmentaties. De achterliggende data voor de tweede t/m de vijfde situatie worden in Bijlage E getoond.

4.9 Samenvatting bijeenkomstfunctie

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere gebouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de bijeenkomstfunctie. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug.

²² Met de kennis van de winkelanalyse hoeven we voor deze uitspraak geen uitgebreide 'normalcdf' of 'puntentelling' te doen, zoals is uitgevoerd in paragraaf 3.6.

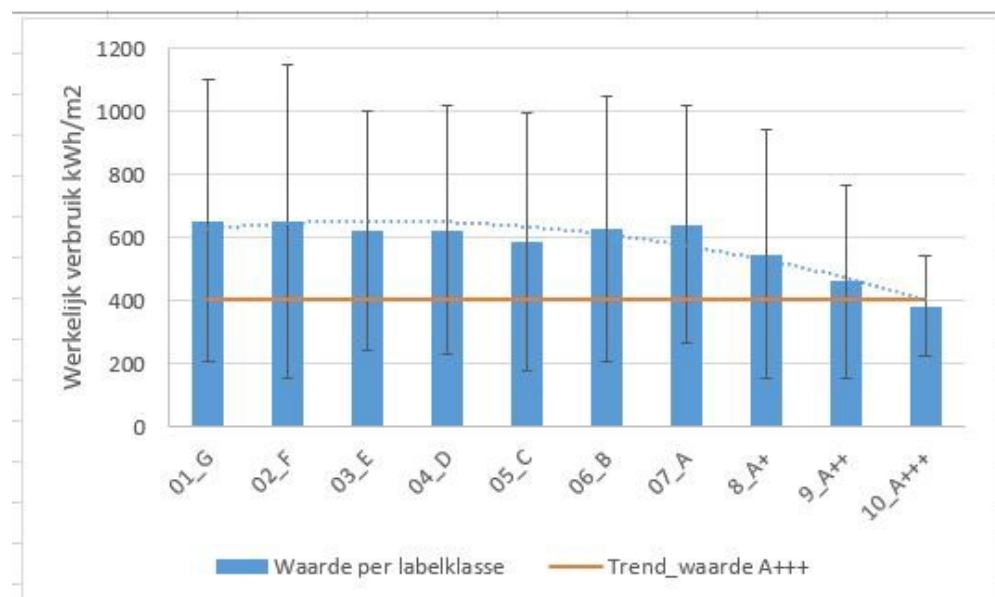
De gevolgde methodiek is nu anders dan bij de winkelfunctie. De reden is dat er te weinig NTA gelabelde cases zijn om de niet-gelabelde voorraad via imputatie van een indicatief label te kunnen voorzien. Daarom heeft de analyse enkel betrekking op de populatie die van een NTA bijeenkomstlabel is voorzien (paragraaf 4.2). Diverse inzichten van de winkelanalyse hebben deze bijeenkomst-analyse vergemakkelijkt.

De voorgestelde BENG2 Eindnorm 2050 ligt op 75 kWh/m². Deze valt binnen label A+++ . Slechts 9 cases (0,7%) voldoen hier al aan,

1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?

In paragraaf 4.3 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. Er zijn 21.534 cafés, cafetaria's en restaurants in het CBS analysebestand waarvan het verbruik gevalideerd is. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 526 kWh/m². De spreiding is groot; we vinden een procentuele standaarddeviatie van 71%. Ook het 5% en 95%-percentiel ligt met 114 tot 1.236 kWh/m² ver uit elkaar.

In paragraaf 4.4 is ingezoomd op de 6% gelabelde voorraad. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt hier met 606 kWh/m² iets hoger. Figuur 37 toont het gemiddeld werkelijk verbruik per labelklasse en de spreiding (de standaarddeviatie) hierin. Het (trendmatig) gemiddeld werkelijk verbruik voor label A3+ ligt rond de 380 kWh/m². Dit is de labelklasse die start met de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 75 kWh/m². De grote spreiding per labelklasse geeft een eerste indicatie dat een individueel pand met dit werkelijk verbruik niet met een grote zekerheid in labelklasse A3+ kan eindigen; het pand kan net zo goed in een andere labelklasse eindigen. Dit is een belangrijke constatering en wordt bij het beantwoorden van de vierde onderzoeksvraag verder gekwantificeerd.



Figuur 37 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie; herhaling van Figuur 28

2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

De invloed van gebouwtype, oppervlakteklasse en energielabel op het energiegebruik is onderzocht. Via de uitleg van voetnoot 20 schatten we in dat deze combinatie bij de bijeenkomstfunctie maximaal 21% van de spreiding verklaart (paragraaf 4.8). De invloed van bijeenkomsttype is hierbij relatief gezien het grootst, gevolgd door de invloed van de grootteklasse (paragraaf 4.6 en 4.7). eLoket had niet de mogelijkheid een aanvullende verklarende variabele toe te voegen (paragraaf 4.2).

3 Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik in kWh per m², bij de voorgesteld BENG2 Eindnorm.

In onderstaande tabel wordt voor combinaties van bijeenkomsttypen en grootteklassen aangegeven welk gemiddeld werkelijk verbruik het binnen NTA labelklasse A3+ zou hebben. Dit is de labelklasse die start met de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 75 kWh/m². De toevoeging 'zou hebben' verwijst naar het feit dat er nog niet voldoende relevante cases zijn en dat deze waarde middels extrapolatie tot stand is gekomen.

Tabel 33 Resultaten vanuit diverse paragrafen bij elkaar gezet.

Bijeenkomst_type	Grootteklasse	Trendlijn vanaf label A	A3+ trendlijn waarde kWh/m ²	%SD gehele sub-populatie	Paragraaf
1_cafe	01_50-100	toenemend	toenemend	54%	3.8
1_cafe	02_100-250	afnemend	265	44%	3.8
2_cafetaria	01_50-100	afnemend	486	60%	3.8
2_cafetaria	02_100-250	afnemend	426	58%	3.8
3_restaurant	01_50-100	toenemend	toenemend	58%	3.8
3_restaurant	02_100-250	afnemend	486	54%	3.8
3_restaurant	03_250-500	afnemend	351	54%	3.8
Totaal	01_50-100	licht afnemend	653	63%	3.8
Totaal	02_100-250	afnemend	447	60%	3.8
Totaal	03_250-500	afnemend	350	62%	3.8
1_cafe	Totaal	toenemend	toenemend	55%	3.5
2_cafetaria	Totaal	afnemend	460	67%	3.5
3_restaurant	Totaal	afnemend	385	61%	3.5
Totaal	Totaal	afnemend	404	65%	3.4

4 Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 Eindnorm 'als bovenwaarde zal hebben'.

Er is geen realistisch maximaal werkelijk verbruik waarmee een café, restaurant of cafetaria na doorrekening met een gereede kans van een label A3+ voorzien zal worden. Deze uitspraak doen we op basis van de gevonden standaarddeviaties, de visuele trendmatigheid en gebruik makende van de opgedane ervaring met de winkelanalyse.

5 De logiesfunctie

5.1 Leeswijzer

Het CBS heeft voor de logiesfunctie enkel de hotels als analysebestand beschikbaar. Er is geen online dashboard ontwikkeld, zoals voor andere gebouwcategorieën wel is gedaan. In Hoofdstuk 3 wordt bij de winkelanalyse verwezen naar Bijlage B waarin het zogenaamde CBS 'Retail' databestand wordt toegelicht. Deze bijlage zal in grote lijnen ook van toepassing zijn op de databestanden die voor de overige gebouwcategorieën zijn gebruikt. Enkele door CBS gekoppelde databronnen en ingestelde kwantitatieve filters kunnen echter afwijken. Een aantal belangrijke aspecten die afwijken voor deze gebruiksfunctie is verwoord in paragraaf 5.2. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in paragraaf 2.2.

- Paragraaf 5.3 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: 'Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen'.
- Paragraaf 5.4 selecteert hieruit de NTA gelabelde voorraad en vult het antwoord aan door het verbruik per labelklasse te analyseren. Ook de bijbehorende spreidingsmaten worden gegeven.
- Paragraaf 5.5 geeft inzicht in de invloed van grootteklassen.
- Paragraaf 5.6 analyseert, waar mogelijk, het verbruik van labelklassen binnen grootteklassen.
- De invloed van de vormfactor wordt voor het eerst geanalyseerd in paragraaf 5.7.
- Paragraaf 5.8 kijkt af van voorgaande paragrafen en verkent de mogelijkheden om het energieverbruik te monitoren op basis van bouwjaren. Iets dergelijk zou parallel kunnen lopen aan andere initiatieven.
- Paragraaf 5.9 tenslotte beantwoordt in de vorm van een samenvatting de onderzoeksvragen met de resultaten uit voorgaande paragrafen. Ook legt deze paragraaf uit waarom de vierde onderzoeksvraag niet beantwoord kan worden.

5.2 Inleiding

Gebouwtypen en gebruiksfuncties

Het CBS analysebestand met de hotels behoort tot de labelgebruiksfunctie 'logies'. Dit analysebestand bevat ook de hotel-restaurants. Naast hotels zijn er andere gebouwtypen die tot de logies-functie behoren, zoals kampeerboerderijen, jeugdherbergen en ook asielzoekerscentra; deze zijn niet meegenomen. Het CBS heeft geen dashboard-hotels, maar de data is te vinden als een maatwerkbestand (CBS, 2020a).

Na het uitfilteren van de cases op warmtenetwerken zijn er 155 NTA-gelabelde hotels over, waarvan er 134 een NTA-logiesfunctie hebben, zie Tabel 34. Een deel hiervan blijkt van een niet-logische SBI codering te zijn voorzien (volgens het door het CBS gekoppelde ISSO label). Besloten is enkel de hotels mee te nemen die zich ook daadwerkelijk binnen de gerelateerde SBI55 bevinden (Logiesverstrekking, incl. hotel-restaurants). We laten hiermee ook 21 cases buiten beschouwing die

zich binnen SBI56 bevinden (Eet- en drinkgelegenheden). Een snelle check wees uit dat de gemiddelde intensiteit ervan de helft van die van SBI55 is. Volgens paragraaf 4.7 past dit eerder bij de cafés²³. Hiermee houden we 118 NTA-gelabelde cases over, waarvan er 113 zijn voorzien van de NTA gebruiksfunctie 'logies' (2,6% van de gehele gevalideerde hotel-populatie)²⁴.

Tabel 34 Aantallen vbo's binnen hotels in het CBS analysebestand en het gelabelde aandeel hierbinnen naar NTA gebruiksfunctie, na het toepassen van filter.

filter: Omschrijving	CBS gevalideerd en geen stadsverwarming		Voorgaande plus: SBI55 (logiesverstrekking, incl. hotel-restaurants)	
	aantal	% van totaal gevalideerd	aantal	% van totaal gevalideerd
Totale gevalideerde populatie	4.333	100%	4.333	100%
Totaal gelabeld	155	3,6%	118	2,7%
waarvan gebruiksfunctie: logies	134	3,1%	113	2,6%
waarvan gebruiksfunctie: bijeenkomst zonder kdv	13	0,3%	5	0,1%
waarvan gebruiksfunctie: winkel	4	0,1%		
waarvan gebruiksfunctie: kantoor	3	0,1%		
waarvan gebruiksfunctie: onderwijs	1	0,02%		

Systemgrenzen labelmethodiek versus Vivet

In Bijlage B.5.2 wordt uitgelegd dat de systeemgrenzen van een gebouw binnen het CBS analysebestand niet altijd overeenkomt met de fysieke grenzen waar het label voor is afgegeven. Voor de hotels en de gebouwcategorieën die nog komen is een nieuwe variabele aangemaakt die aangeeft in hoeverre deze systeemgrenzen met elkaar overeenkomen.

²³ Bijeenkomstfunctie versus logiesfunctie: wanneer is een hotel-restaurant een hotel (logies), en wanneer een restaurant (bijeenkomst)? Dezelfde vraag kan waarschijnlijk gesteld worden voor een (eet-)café met overnachtingsmogelijkheden.

²⁴ Voor deze cases geldt ook dat het oppervlak volgens de labelberekening en volgens de BAG binnen 10% afwijking van elkaar liggen; dit is een derde filter dat op de populatie is gezet.

Tabel 35 geeft hier inzicht in; voor 86 van de 113 overgebleven cases blijkt dat het CBS-gebouwcomplex en het labelcomplex bestaan uit exact dezelfde vboID's, waar we mee verder gaan (de gele cellen in

Tabel 35). Verreweg de meeste hiervan (81 cases) betreft een situatie waarbij het complex zelf slechts uit één vbo bestaat (net als bij de winkel- en bijeenkomstfunctie). Er zijn 5 situaties waarbij er 2 vbo's binnen beide complexen aanwezig zijn²⁵.

²⁵ Besloten is om zowel de CBS-gebouwcomplexen als de labelcomplexen op vbo-niveau uit elkaar te trekken, en zodanig te koppelen in het analysebestand. Deze 5 situaties komen dan steeds twee maal voor. Zodanig zullen ze relatief gezien de analyse wat zwaarder beïnvloeden.

Tabel 35 Vergelijk systeemgrenzen van afgegeven labels en van CBS gebouwcomplexen. Enkel de situaties waarbij het afgegeven label en het CBS-gebouwcomplex uit dezelfde vboïd's bestaan gaan mee de analyse in (de gele cellen).

Situatie systeemgrenzen NTA versus CBS:	Aantal vbo's binnen complex							Totaal aantal cases	% van totaal aantal cases:
	1	2	3	4	5	30	56		
aantal vboïds label-complex = aantal vboïd CBS-complex	81	5	0	0	0	0	0	86	76%
aantal vboïds label-complex > aantal vboïds CBS-complex	1	2	0	0	0	0	0	3	3%
aantal vboïds label-complex < aantal vboïds CBS-complex	0	13	2	4	1	1	3	24	21%
Totaal aantal cases:	82	20	2	4	1	1	3	113	100%

BENG2 Eindnorm 2050

De BENG2 Eindnorm 'in een logiesgebouw' ligt op 130 kWh/m². Deze valt in label A++²⁶. Niet alle A++ labels zullen hier aan voldoen aangezien A++ wordt toegekend vanaf 150 kWh/m². We zouden de A++ klasse verder op kunnen delen met 130 kWh/m² als opdelinggrens; dit laten we echter in eerste instantie achterwege. Dit betekent dat we voor nu uitgaan van 150 kWh/m² als Eindnorm. Vanuit de inijkingstudie (zie paragraaf 2.2) voldoen slechts 2 cases hier aan, zoals uit Tabel 36 volgt. Een geschat werkelijk verbruik in deze labelklasse zal middels extrapolatie worden bepaald.

A_plusjes vanuit ISSO/NEN

Bij de winkels zijn additionele (indicatieve) A_met_plusjes toegevoegd aan de NTA gelabelde populatie vanuit de voormalige ISSO/NEN labels (zie paragraaf 3.3). Voor de logiesfunctie zijn binnen bovenstaand filter geen cases gevonden die we hier aan toe kunnen voegen.

eLoket EML-lijst

De relevante EML lijst omvat 'Hotels en restaurants'²⁷. Vanuit eLoket wordt mogelijk inzicht verkregen in de volgende voor dit onderzoek relevante aspecten:

- In werking hebben van een liftinstallatie FD1
- In werking hebben van een grootkeuken FF1 en Bereiden van voedingsmiddelen FG1

De liften in hotels zijn minder interessant vanwege de relatie met de groottefactor. Bij de winkels was al gebleken dat liften het verbruik niet significant beïnvloeden. Het hebben van een grootkeuken is wel interessant omdat dit de enige aanwijzing is waarmee onderscheid gemaakt kan worden tussen hotels en hotel-restaurants. Het koppelen van eLoket aan het CBS bestand zou de beschikbare populatie

²⁶ Er is ook een Eindnorm voor 'andere logiesfunctie dan een logiesgebouw'. Deze ligt op 60 kWh/m² en zou daarmee binnen A4+ vallen.

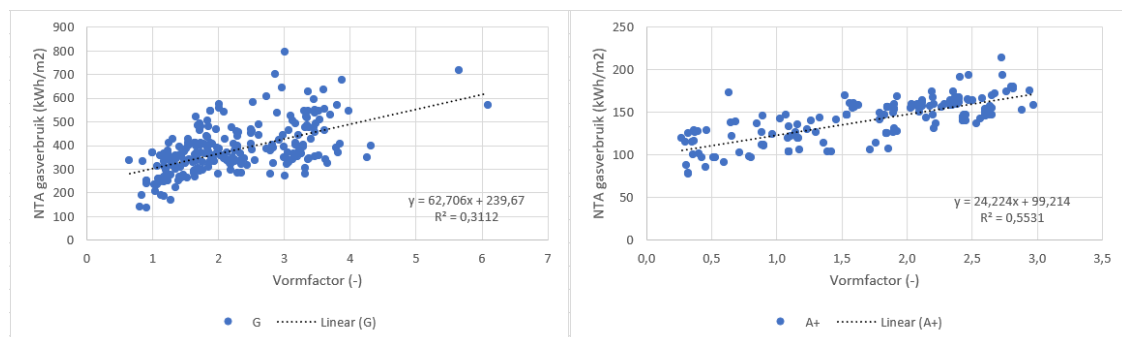
²⁷ Aangepast citaat EML lijst: 'SBI-codes die hiervoor veelal worden gebruikt: SBI-code 55.10.1 (hotel-restaurants) 55.10.2 (hotels, pensions en conferentieoordn) en 56.10.1 (restaurants). Cafetaria's, ijssalons, lunchrooms, snackbars, eetkramen (vallen binnen SBI 56.1) en cafés (vallen binnen SBI 56.3) vallen ook onder de reikwijdte van de lijst.'

echter verder doen afnemen vanwege het relatief lage koppelingspercentage. Daarom is een alternatieve route uitgetoet. In eLoket zijn ook verbruiksgegevens beschikbaar. Bovendien is vanwege de recente koppeling met de BAG, gestimuleerd vanuit dit project, de BAG-gebruiksfunctie en het vbo-oppervlak inmiddels bekend. Door nu binnen de EML data te filteren op de BAG-gebruiksfunctie 'logies' hopen we de hotels eruit te hebben gefilterd. Iedere database bevat onzuiverheden, zo ook deze. Na vergelijkbare CBS filter op de kentallen te hebben toegepast, is een Multiple Lineaire Regressie Analyse (MLRA) uitgevoerd, waarmee de invloed van liften en het hebben van een grootkeuken op het totaal energieverbruik is geanalyseerd. Hieruit volgde geen significante invloed, met name omdat er al een directe relatie ligt met de grootteklasse:

- hotels zonder liften zijn gemiddeld 1.948 m² groot, hotels met liften zijn met 5.507 m² een factor 2,8 groter.
- hotels zonder een grootkeuken zijn gemiddeld 1.382 m² groot, hotels met een grootkeuken zijn met 5.851 m² een factor 4,2 groter.

De vormfactor

In dit hoofdstuk introduceren we de vormfactor. De vormfactor is gedefinieerd als [het totale verliesoppervlak, gedeeld door het gebruiksoppervlak]. Hierbij tellen vloeren die grenzen aan grond of kruipruimte mee voor 70%. Bij een gelijkblijvend gebruiksoppervlak maar lager verliesoppervlak (dus lagere vormfactor) is het verbruik voor ruimteverwarming relatief gezien lager. Figuur 38 toont dit door het door NTA theoretisch berekend gasverbruik uit te zetten als functie van de vormfactor, voor de logiesfunctie. Het linker plaatje betreft de G labels, het rechter plaatje de A+ labels.



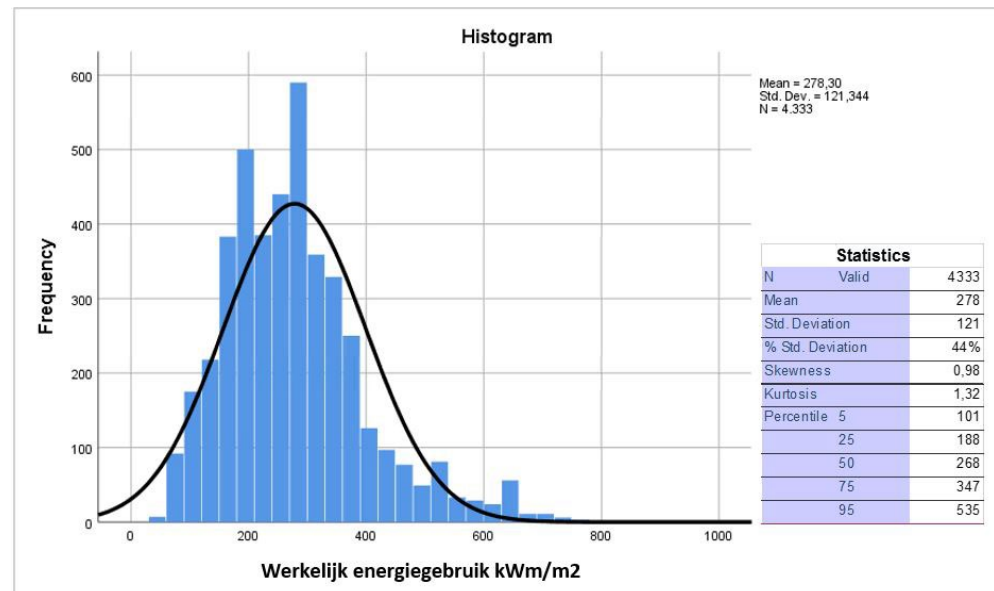
Figuur 38 Invloed van de vormfactor op het (theoretisch berekend) gasverbruik.

Een lager verliesoppervlak kan komen door meer gedeelde schildelen met burens (vrijstaand → hoek → tussen), maar is ook afhankelijk van de gebouwdimensionering. Deze factor is nauwkeuriger dan de tot nu toe gebruikte variabele die aangeeft hoeveel vbo's er zich in hetzelfde pand bevinden. Het is wel de vraag of dit een bruikbare variabele zou zijn voor een eigenaar/gebruiker van een pand.

5.3 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding gehele populatie

Figuur 39 toont de frequentietabel voor het werkelijk verbruik van de gehele gevalideerde populatie in het CBS analysebestand (excl. warmtelevering). Hierbij is dus zowel de gelabelde- als de niet gelabelde voorraad meegenomen. De zwarte lijn wordt door het SPSS statistiekprogramma ingetekend en toont de ideale

normaalverdeling. Visueel gezien lijkt deze populatie de normaalverdeling beter te benaderen dan voorgaande gebouwcategorieën. Ook valt op dat de procentuele standaarddeviatie met 44% nu een stuk lager ligt; waarschijnlijk vanwege het ontbreken van bouwtypen binnen de categorie die het verbruik sterk beïnvloeden.



Figuur 39 Histogram werkelijk verbruik logiesfunctie voor de gehele beschikbare populatie en de gerelateerde spreidingsmaten

Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 278 kWh/m². De populatie heeft een gemiddelde grootte van 4333 m², wat een flink stuk hoger ligt in vergelijking tot voorgaande gebouwcategorieën. Ook dit gegeven kan bijdragen aan een lagere spreiding.

5.4 Labelklassen individueel geanalyseerd

Tabel 36 toont voor de gelabelde hotelpopulatie, per labelklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. De laatste twee kolommen geven inzicht in de gemiddelde grootte per verblijfsobject en de gemiddelde waarde voor de vormfactor (zie voor uitleg over deze variabele paragraaf 5.2).

De laatste rij toont de resultaten voor de gehele gelabelde voorraad. De gewogen waarde voor de % standaarddeviatie ligt op 40%. Ten opzicht van de initiële waarde van 44% (Figuur 39) is dit een verlaging van 10%. Zonder een uitgebreide MLRA uit te voeren, kunnen we met de kennis van de winkelanalyse nu concluderen dat labels de variantie (spreiding) voor *maximaal* 10% verklaren (zie voetnoot 20). In werkelijkheid zal dit percentage lager liggen vanwege de dominante invloed van in ieder geval grootteklassen.

- Het valt op dat de gemiddelde grootte van de 9 A-labels met rond de 1,000 m² relatief gezien wat lager ligt.

- De vormfactor ligt voor deze populatie tussen de 0,66 en 3,35 (wordt niet getoond). Uit de laatste kolom volgt dat deze variabele geaggregeerd naar labelklasse niet sterk varieert; de minimum waarde ligt bij 1,0 (label A) en de maximum waarde bij 1,6 (label G). Met Figuur 38 kan geschat worden dat dit het gasverbruik met ongeveer 15% beïnvloed; de invloed op het totaalverbruik zal kleiner zijn. In paragraaf 5.6 analyseren we de invloed van de vormfactor verder.

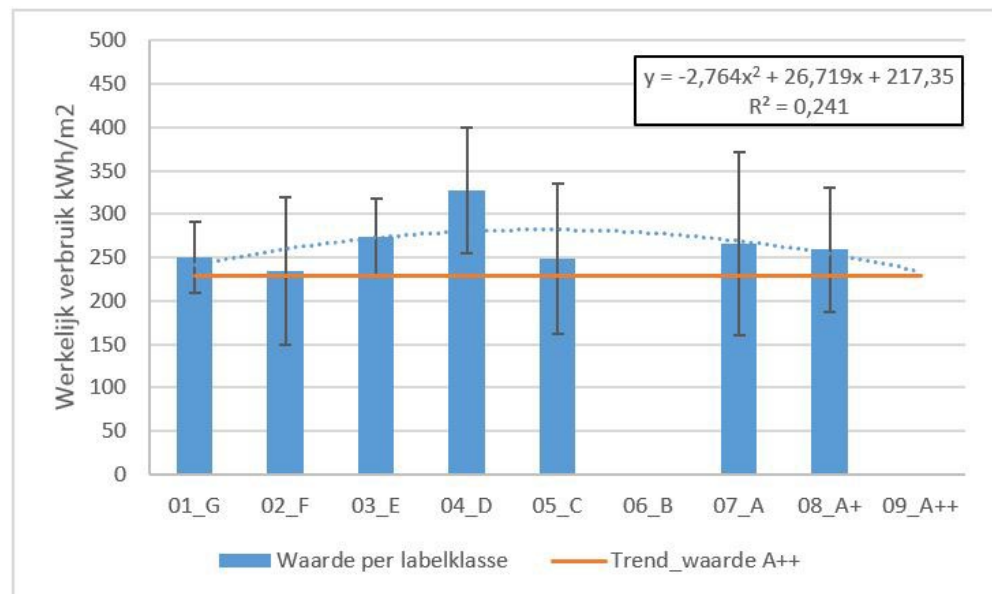
Tabel 36 Resultaten voor de gelabelde hotelpopulatie naar labelklassen

Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddelde vormfactor
01_G	26	250	209	292	103	41%	1.318	1,6
02_F	7	235	150	319	92	39%	2.087	1,2
03_E	17	274	230	318	86	31%	3.781	1,2
04_D	8	327	254	399	86	26%	4.056	1,2
05_C	6	248	162	335	82	33%	3.508	1,4
06_B	3							
07_A	9	266	161	372	137	51%	971	1,4
08_A+	8	259	188	330	85	33%	3.349	1,0
09_A++	2							
totaal	86	264	242	287	105	40%	2.596	1,4

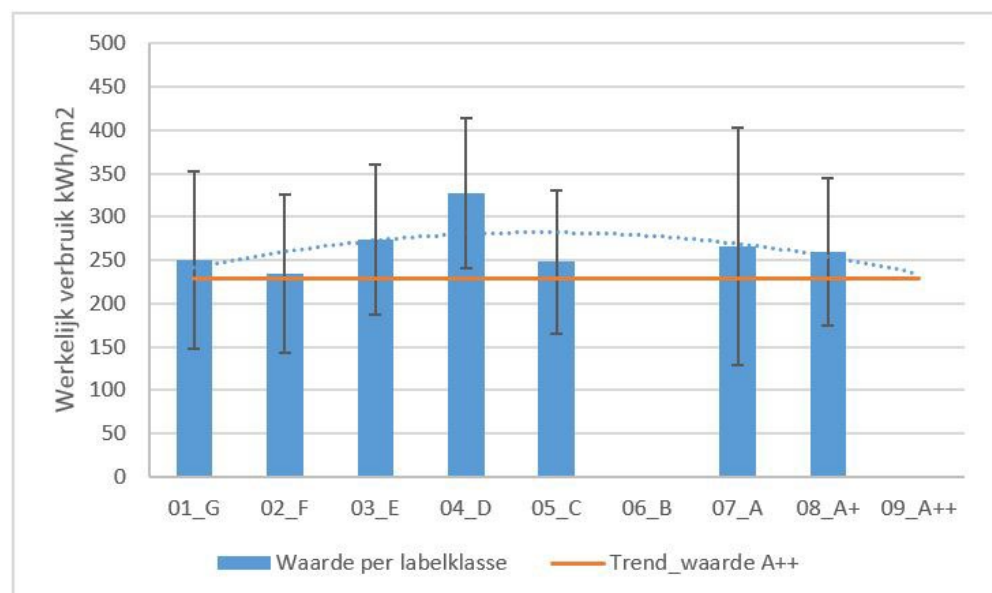
In Figuur 40 is het gevonden gemiddeld werkelijk verbruik uitgezet naar labelklassen, met een weergave van de 90%BI. Figuur 41 toont dezelfde informatie, maar dan met de standaarddeviatie, waarmee de spreiding rondom het gemiddelde per labelklasse inzichtelijk wordt. In deze figuren is dus nog geen rekening gehouden met andere variabelen.

Noot dat een belangrijke variabele bij hotels de bezettingsgraad is (het aantal overnachtingen). Deze missen we nu op individueel hotelniveau, maar wordt wel gepubliceerd op geaggregeerd niveau. In paragraaf 5.8.1.1 experimenteren we hiermee.

Een lineaire trendlijn in Figuur 40 zou het verbruik van G naar A+ doen toenemen. De hier gekozen kwadratische trendlijn toont eerst een toename, gevolgd door een afname. Deze trendmatigheid, in combinatie met de 95%BI en de standaarddeviatie geven aan dat het verbruik van een A+ label niet significant van de andere labelklassen afwijkt. De rode verticale lijn is de trendmatige gemiddelde waarde voor A2+ (234 kWh/m²), welke niet als gelijkwaardig alternatief gebruikt kan worden



Figuur 40 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met het 90%BI, gelabelde hotels.



Figuur 41 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde hotels

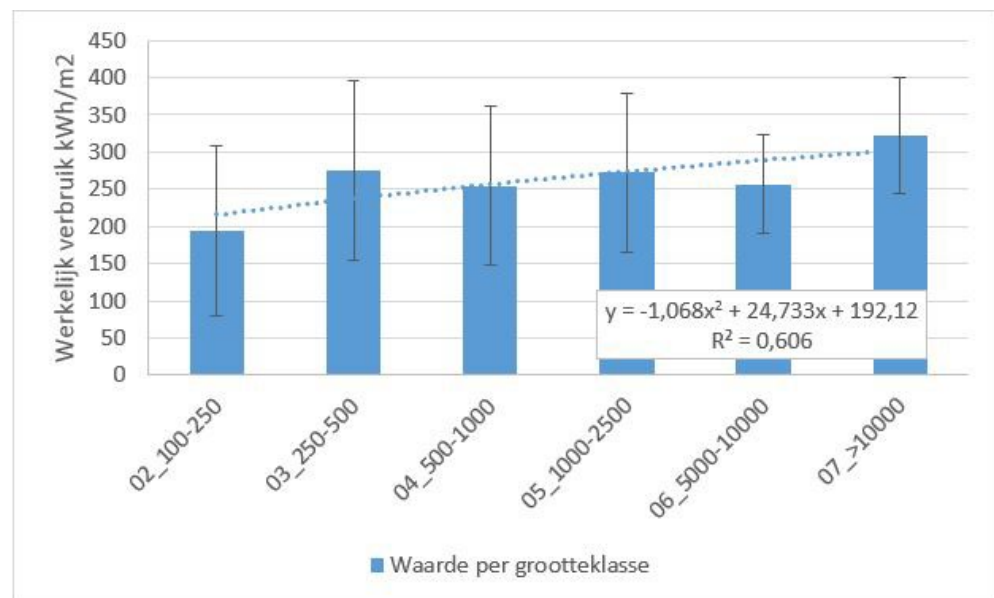
5.5 Grootteklasse individueel geanalyseerd

Tabel 37 toont voor de gelabelde hotels per grootteklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. De laatste twee kolommen geven wederom inzicht in de gemiddelde grootte per verblijfsobject en de gemiddelde vormfactor. De gewogen waarde voor de % standaarddeviatie ligt op 40%. Hiermee verklaart deze variabele de variantie (spreiding) voor *maximaal* 10%.

Tabel 37 Resultaten voor de gelabelde hotels naar grootteklassen

Grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	vormfactor
01_50-100	1							
02_100-250	6	194	74	313	114	59%	202	1.6
03_250-500	18	275	215	335	121	44%	382	1.6
04_500-1000	23	255	209	301	107	42%	756	1.5
05_1000-2500	22	272	225	320	107	39%	2,341	1.2
06_5000-10000	10	257	209	304	66	26%	7,218	1.1
07_>10000	6	322	240	405	79	24%	12,328	0.8
totaal	86	264	242	287	105	40%	2,596	1.4

Figuur 42 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik per grootteklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. Ook de standaarddeviatie wordt getoond. Opvallend is dat de afnemende trend die we bij voorgaande gebouwcategorieën vonden nu niet zichtbaar is. Het totaalverbruik lijkt juist toe te nemen met een toenemende grootte. Of dit door een toenemend elektriciteitsverbruik komt is niet geanalyseerd. Noot dat met een toenemende hotelgrootte de kans op aanwezigheid van liften en een grootkeuken ook toeneemt (zie paragraaf 5.2).



Figuur 42 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde hotelpopulatie

5.6 Labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype

Een verder opdeling naar labelklassen binnen grootteklassen was niet mogelijk. Slechts vier situaties hadden een vulling van minimaal 5 cases:

- Label G binnen grootteklasse [03_250-500] met 6 cases; met een gemiddeld totaal verbruik van 221 kWh/m².
- Label G binnen grootteklasse [04_500-1000] met 9 cases; met een gemiddeld totaal verbruik van 201 kWh/m².
- Label G binnen grootteklasse [05_1000-2500] met 6 cases; met een gemiddeld totaal verbruik van 317 kWh/m².

- Label E binnen grootteklasse [03_250-500] met 5 cases; met een gemiddeld totaal verbruik van 293 kWh/m².

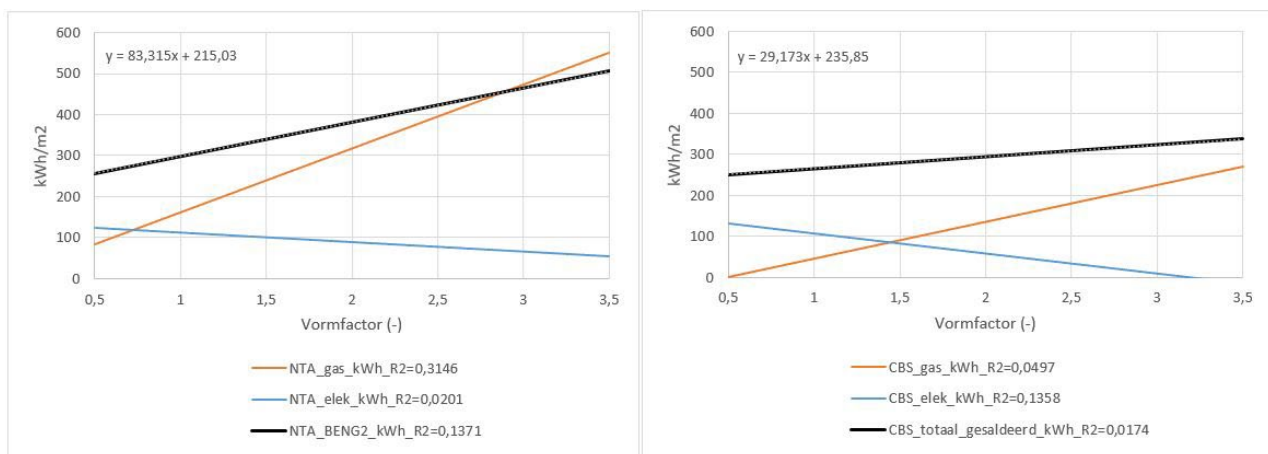
5.7 Invloed van de vormfactor geanalyseerd

Omdat dit de eerste keer is dat de vormfactor is meegenomen, analyseren we deze factor een stap verder. Figuur 43 toont de invloed ervan op (1) het gasverbruik, (2) het elektriciteitsverbruik en op (3) het BENG2/gesaldeerd verbruik²⁸. Het linker plaatje doet dit voor het theoretisch berekend NTA verbruik, het rechter plaatje toont het effect van de vormfactor op het werkelijk verbruik. Het NTA-elektriciteitsverbruik betreft enkel het gebouwgebonden verbruik. Het bereik van de y-as is voor beide plaatjes gelijk zodat ze vergelijkbaar zijn. In het label wordt vermeld welke correlatiecoëfficiënt R^2 is gevonden voor iedere situatie.

Wat opvalt is:

- De trendmatigheid voor het gas- (toenemend), elektriciteits- (afnemend) en het totaal verbruik (toenemend) is gelijk in beide plaatjes.
- De steilheid van deze toe- en afname verschillen echter, waarmee het werkelijk totaalverbruik minder snel toeneemt dan het theoretisch totaal verbruik.

Hiermee lijkt de vormfactor een zinvolle variabele waarmee een deel van de spreiding verklaard kan worden. De vraag blijft staan of een eigenaar/gebruiker hier in de praktijk mee uit de voeten kan.



Figuur 43 Invloed van de vormfactor op het NTA en werkelijk verbruik geanalyseerd.

²⁸ De geanalyseerde populatie betreft de gelabelde voorraad vanaf 250 m² go, waarmee 83 cases afvallen. Hiermee proberen we te voorkomen dat de groottefactor van de kleinere panden een te grote invloed uitoefent (zie Figuur 42). Omdat het label geen trendmatige invloed lijkt te hebben (Figuur 41), is hier geen rekening mee gehouden.

5.8 Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van het historisch verbruik en bouwjaren

De gelabelde hotelpopulatie is klein. Wanneer we zouden uitgaan van bouwjaren, neemt de populatie drastisch toe, waarmee we in deze paragraaf experimenteren. Een andere methode voor de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief kan wellicht gevonden worden in:

- 1 een monitoringstool op basis van het historisch energieverbruik 2010-2019, waarmee een gemiddelde jaarlijkse besparing op het werkelijk energiegebruik voor de voorraad gebouwd vóór 2010 kan worden berekend, vanwege uitgevoerde isolatiemaatregelen (paragraaf 5.8.1), en/of,
- 2 een monitoringstool op basis van bouwjaren, dat iets zegt over het effect van aanscherpende bouwnomen voor nieuwbouw (paragraaf 5.8.2)

Zodoende worden in deze paragraaf 3634 hotel-cases meegenomen²⁹. Hiervan heeft 111 hotels een NTA labels toegewezen gekregen (niet per se binnen SBI55).

Belangrijke mededeling vooraf:

De lezer dient notie te nemen van het feit dat wanneer een hotelcomplex uit meerdere vbo's bestaat, deze ook vaker als case in het analysebestand voorkomt. De eenheid van een SPSS regel is dus een vbo binnen een hotelcomplex. Wanneer een hotelcomplex uit bijv. 50 vbo's bestaat, komt de case ook 50 maal voor, met exact dezelfde verbruiksintensiteiten. Hotels met meerdere vbo's zullen daarom de resultaten in deze paragraaf relatief sterker beïnvloeden. De reden voor deze aanpak is uitgelegd in paragraaf 5.2 onder kopje '*Systeemgrenzen labelmethodiek versus Vivet*'. Deze methodiek is bewust gekozen vanwege de analyse naar labelklassen in voorgaande paragrafen. Mogelijk past deze benadering minder goed bij de uitwerking van deze paragraaf, waarbij we de labelklassen juist hebben losgelaten. Het vergt echter te veel tijd om hier enkel voor deze (extra) paragraaf verandering in aan te brengen. Wanneer hieronder gesproken wordt over 'het aantal complexen' wordt daarom eigenlijk 'het aantal vbo's binnen complexen' bedoeld.

5.8.1 *Historische ontwikkeling werkelijk energiegebruik bestaande voorraad*

In de komende twee sub-paragrafen wordt het gemiddeld werkelijk energiegebruik van 2010 tot en met 2019 geanalyseerd, voor de bestaande hotelvoorraad die tot 2010 is gebouwd³⁰. 'Nieuwbouw' na 2010 is niet meegenomen. Een afname van het verbruik komt dan voornamelijk vanwege uitgevoerde renovaties. Er wordt bij de analyse een onderscheid gemaakt naar bouwjaarklassen en grootteklasse. Het

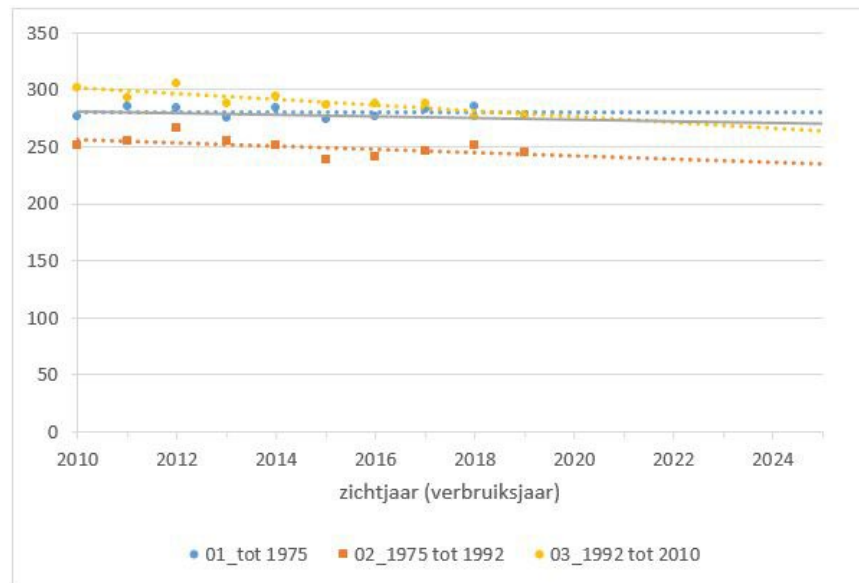
²⁹ Een aantal aanvullende filters waren noodzakelijk omdat het CBS het energieverbruik van voorgaande jaren niet heeft gevalideerd: (1) cases gaan enkel mee wanneer het 2018 verbruik als valide wordt beschouwd, dit betekent dat er in ieder geval een correcte match is tussen energiemeters en gebouwcomplexoppervlak, (2) over alle zichtjaren moet er een elektriciteitsverbruik zijn, (3) het gasverbruik mag enkel gedurende een zichtjaar nul worden, wanneer dit vervolgens tot en met 2019 gehandhaafd blijft, dit duidt op een overstap naar een all-electric systeem. In het midden van deze reeks geen gasverbruik hebben kan in principe wel vanwege leegstand, maar kan ook zijn veroorzaakt door iets anders. Soms is het verbruik van een EAN meter eenvoudigweg niet beschikbaar in de aangeleverde data door netwerkbedrijven.

³⁰ Wel of niet corrigeren voor graaddagen heeft relatief veel effect op de gerealiseerde gasbesparing over de periode 2010-2019; zie voor meer informatie Bijlage F.

gasverbruik is voor elke zichtjaar via een graaddagencorrectie naar de klimatologische omstandigheden van 2018 omgezet (KWA, 2020)³¹.

5.8.1.1 *Het historisch verbruik van de bestaande voorraad, naar bouwjaarklassen*

In Figuur 44 wordt de historische ontwikkeling van het werkelijke energieverbruik weergegeven, startende vanaf 2010. Er worden hierbij drie bouwjaarklassen onderscheiden. In de figuur zijn lineaire trendlijnen getrokken en geëxtrapoleerd naar het jaar 2025. De grijze lijn er tussenin geeft het gemiddelde voor de gehele analysepopulatie.



Figuur 44 Historisch ontwikkeling gemiddeld werkelijk energieverbruik (kWh/m²) hotel. Populatie naar drie bouwjaarklassen, met een doorkijk naar 2025. De grijze doorgetrokken lijn is het gemiddelde voor de gehele populatie.

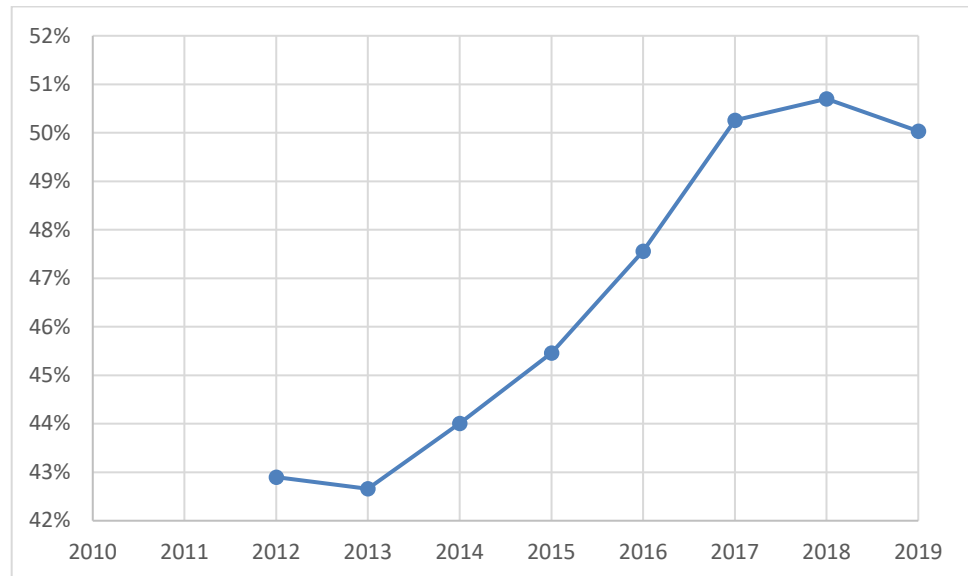
De figuur toont een lichte daling van het totaal energieverbruik voor de twee meest recente bouwjaarklassen. Het verbruik van de oudste bouwjaarklasse neemt licht toe. Omdat deze oudste bouwjaarklasse 63% van de totale geanalyseerde populatie uitmaakt, blijft het gemiddeld verbruik (de grijze lijn) vrijwel stabiel. Noot dat we bij de winkels_nonfood een afname van 14% hadden gezien (zie Figuur 22).

Het achterliggende gas- en elektriciteitsverbruik worden afzonderlijk niet getoond. We zagen het gasverbruik enkel bij de twee meest recente bouwjaarklassen licht dalen. Het elektriciteitsverbruik neemt wel voor alle drie de bouwjaarklassen licht af. Omdat het gasverbruik twee maal hoger ligt dan het elektriciteitsverbruik, heeft deze de grootste invloed op het totaal verbruik.

Bezettingsgraad hotels

Een belangrijke factor die we bij de hotels nog niet meegenomen hebben is (de ontwikkeling van) de bezettingsraad. In (CBS, 2021e) wordt deze gegeven vanaf 2012. Figuur 45 toont dat de bezettingsraad tussen 2013 en 2018 is toegenomen.

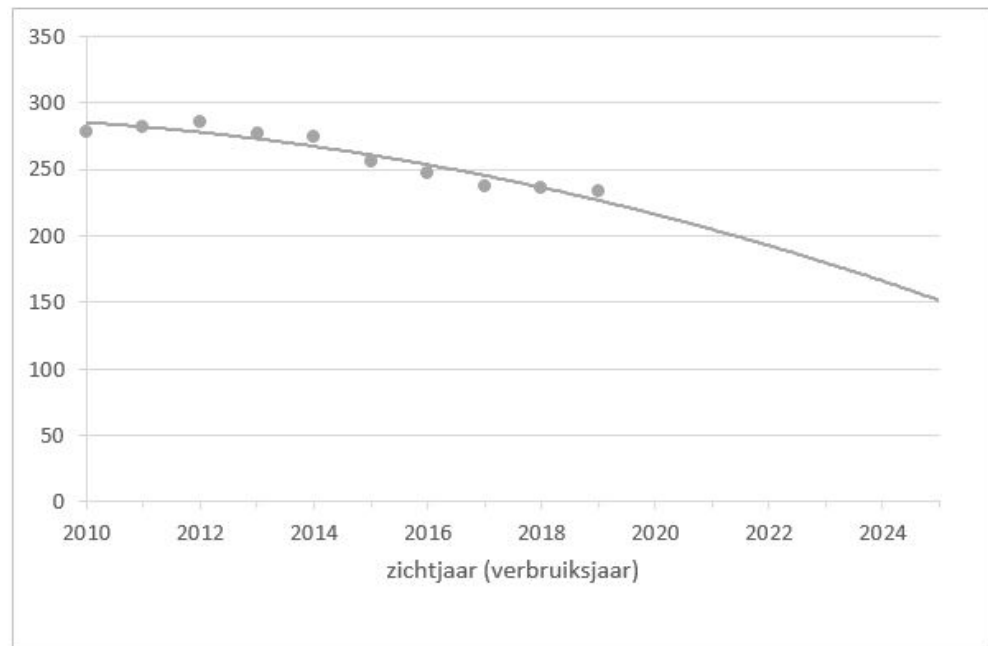
³¹ Noot opnieuw de relatief sterke daling voor het jaar 2015, net als bij de winkels_nonfood in paragraaf 3.7.1. Dit lijkt een graaddagen-issuue te zijn.



Figuur 45 De ontwikkeling van de bezettingsgraad voor hotels, pensions en jeugdaccommodaties 2012-2019 (CBS, 2021e).

Door nu het verbruik van Figuur 44 te delen door deze ontwikkeling, verkrijgen we het gecorrigeerde verbruik van Figuur 46³². Vanuit deze redenatie is het totaalverbruik in 2019 met 16% afgenomen t.o.v. 2010. Ter vergelijking: het verbruik van de sector winkels_nonfood was over dezelfde periode met gemiddeld 14% afgenomen. *Misschien* dat een methode als deze inzicht geeft in hoe de hotelsector het gemiddeld gezien energetisch gezien doet. Meer onderzoek is echter nodig om een robuustere systematiek te ontwikkelen.

³² De bezettingsgraad van 2010 dient hierbij als referentiejaar. Voor het gemak is de bezettingsgraad van 2010 en 2011 gelijk gehouden aan die van 2012. Op deze manier is de bezettingsgraad in 2019 met 17% toegenomen ten opzichte van het referentiejaar 2010.



Figuur 46 Historisch ontwikkeling van het gemiddeld werkelijk energiegebruik hotels (kWh/m²), waarbij het verbruik van Figuur 44 is gedeeld door de procentuele toename van de bezettingsgraad van Figuur 45, ten opzichte van 2010 dat als referentiejaar fungeert.

5.8.1.2 *Het historisch verbruik van de bestaande voorraad, naar grootteklassen*

Bij de winkels was voor deze equivalente paragraaf het onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen; kleiner- en groter dan 250 m² go. Hotels zijn een stuk groter, daarom is de scheiding gelegd bij 1500 m² go. Noot dat dit de grootteklassen is van het complex zelf, niet van een vbo binnen het complex. Deze twee lijnen blijken relatief gezien dicht bij elkaar te liggen en zijn daarom minder interessant om op te nemen in deze paragraaf. De waargenomen trends, wanneer *niet* gecorrigeerd wordt voor de bezettingsgraad zijn:

- Het gasverbruik voor de kleinere klasse neemt licht af, die van de grotere klasse licht toe.
- Ook het elektriciteitsverbruik voor de kleinere klasse neemt licht af, die van de grotere klasse nog iets sneller.
- Het totaalverbruik voor de kleinere klasse neemt hiermee licht af, die van de grotere klasse blijft vrijwel constant (voorgaande effecten heffen elkaar op)
- Wanneer gecorrigeerd zou worden voor de over het algemeen toenemende bezettingsgraad, nemen alle trendmatige verbruiken af.

5.8.2 *Het effect van aanscherpende bouwnormen voor nieuwbouw op het werkelijk energiegebruik*

De vorige paragraaf keek naar de invloed van renovaties op intensiteiten binnen de bestaande voorraad, gebouwd tot 2010. In deze paragraaf proberen we iets te zeggen over de intensiteiten van hotels die hierna zijn gebouwd, en die tot 2025 gebouwd zullen gaan worden. Om het onderscheid met de vorige paragraaf te kunnen maken, typeren we deze hotels als 'nieuwbouw'.

In Figuur 47 wordt *per bouwjaar* de gemiddelde intensiteit in het verbruiksjaar 2018 getoond. De gehele voorraad is meegenomen waarbij het meest recente bouwjaar

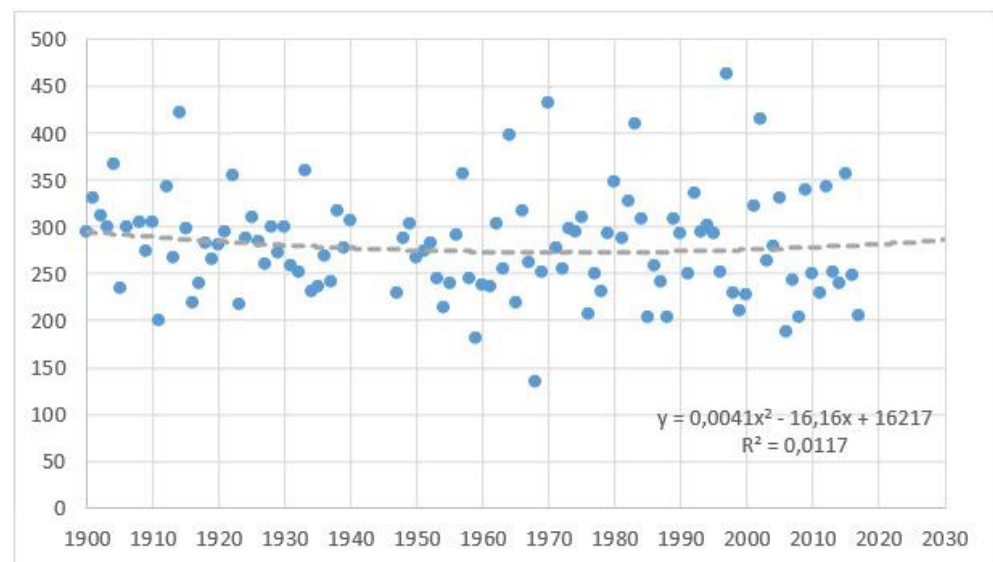
dat aanwezig is 2017 betreft³³. In de vorige paragraaf hadden we de bestaande voorraad opgedeeld naar bouwjaarklassen; hier is nu geen sprake meer van; het bouwjaar staat zelf vermeld op de x-as. Bij de winkels_nonfood is in de equivalente paragraaf een onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen. Bij de hotels bleek dit geen duidelijk onderscheid in de figuren op te leveren.

Niet getoond is dat de gasintensiteit afneemt met bouwjaar, maar de elektriciteitsintensiteit juist toeneemt. Trendmatig verbruik een hotel met bouwjaar_2017 ongeveer 22% minder gas dan een hotel uit bouwjaar_1900. Het elektriciteitsverbruik ligt echter 50% hoger. De figuur toont de resultante van deze twee effecten waarbij ze elkaar deels uitdoven. Netto gezien is het trendmatig gemiddeld totaal verbruik vrijwel gelijk per bouwjaar.

Noot dat:

- de spreiding zeer groot is, mede doordat de geanalyseerde populatie met 4300 hotels een stuk lager ligt in vergelijking tot bijv. de winkels_nonfood,
- het onbekend is in hoeverre de bezettingsgraad een rol speelt per bouwjaar (en per grootteklasse)

Een verdere extrapolatie richting 2025 geeft een idee waar de gemiddelde intensiteit van toekomstige nieuwbouw op uitkomt. Dit geldt voor een *business as usual* scenario waarbij de ontwikkeling van 'nieuwbouwnormen, recente renovaties, ICT toepassingen en andere modernisering en voor de hotels ook de bezettingsgraad' dezelfde trendmatigheden blijven volgen. We gaan hierbij voor het gemak uit van gelijkblijvende klimatologische omstandigheden (dezelfde graaddagen als in 2018).



Figuur 47 Gemiddelde totale intensiteit (kWh/m²) per bouwjaar, met een doorkijk naar 'nieuwbouw in 2030', hotels.

³³ Bouwjaren voor 1900 zijn omgezet naar 1900; wanneer de vulling van een bouwjaar minder dan 5 cases heeft, wordt deze niet meegenomen. De originele hotelpopulatie is hiermee afgenomen van 4316 naar 4301 hotels. Opvallend is dat gedurende de oorlogsjaren 1941 t/m 1946 geen hotels zijn gebouwd.

5.9 Samenvatting logiesfunctie

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere gebouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de logiesfunctie. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug.

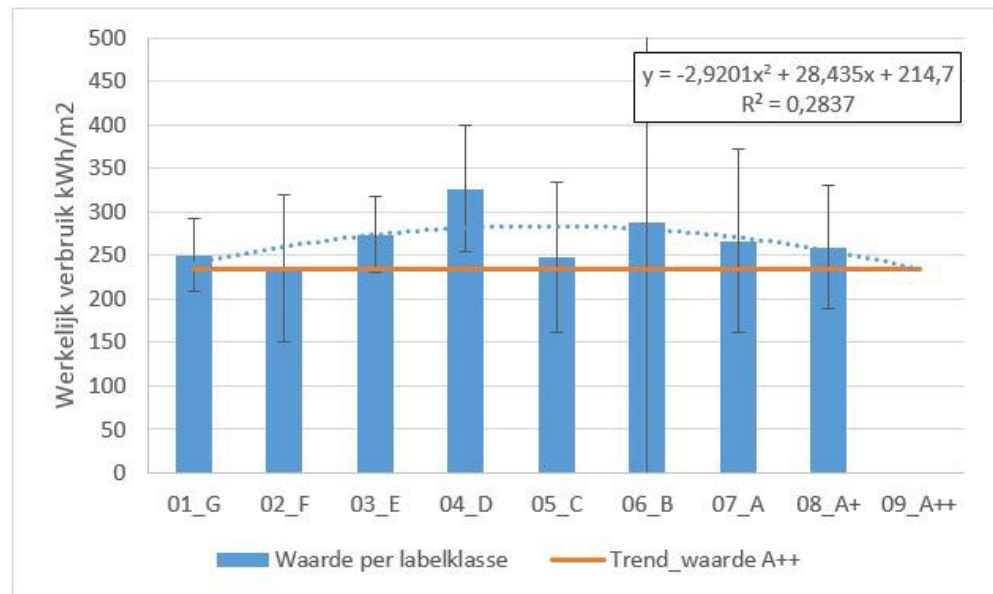
De logiesfunctie omvat in deze analyse enkel hotels; gebouwtypen als kampeerboerderijen, asielzoekerscentra, jeugdherbergen, groepsaccommodaties en pensions waren geen onderdeel van het analysebestand. De analyse heeft verder enkel betrekking op de populatie die zowel van een NTA logieslabel is voorzien, als binnen de economische sector 'SBI55 – logiesverstrekking' valt (paragraaf 5.2).

De BENG2 Eindnorm 'in een logiesgebouw' ligt op 130 kWh/m². Deze valt binnen label A++. Vanuit de inijkingsstudie voldoen slechts 2 cases hier aan.

1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?

In paragraaf 5.3 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. Er zijn 4,333 hotel-vbo's in het CBS analysebestand beschikbaar waarvan het verbruik gevalideerd is. Noot dat dit dus individuele vbo's zijn die binnen hotelcomplexen liggen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 278 kWh/m². De spreiding is wat minder groot in vergelijking tot voortgaande gebouwcategorieën; we vinden een procentuele standaarddeviatie van 44%. De 5% en 95%-percentielen liggen op 101 en 535 kWh/m².

In paragraaf 5.4 is ingezoomd op 86 NTA-gelabelde hotels; dit is net geen 2% van de originele onderzoekspopulatie. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt hier met 264 kWh/m² iets lager. Figuur 48 toont het gemiddeld werkelijk verbruik per labelklasse en de spreiding (de standaarddeviatie) hierin. Het (trendmatig) gemiddeld werkelijk verbruik voor label A2+ ligt rond de 234 kWh/m². Dit is de labelklasse waarbinnen de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 130 kWh/m² valt. Het verloop (of het uitblijven) van de trendlijn en de grote spreiding per labelklasse geven aan dat een individueel hotel met dit werkelijk verbruik niet met een grote zekerheid in labelklasse A2+ kan eindigen. Het hotel kan net zo goed in een andere labelklasse eindigen. Sterker nog, het gemiddeld verbruik van de G gelabelde hotels komen ongeveer op hetzelfde verbruik uit.



Figuur 48 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie; herhaling van Figuur 41

2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

De invloed van oppervlakteklasse en energielabel op het energieverbruik is onderzocht, waarbij beiden ongeveer dezelfde invloed uitoefenen. Er is geen onderscheid naar gebouwtype aanwezig omdat we enkel de beschikking hebben over 'hotels'. Hier ligt een aanbeveling voor het datastel. Uit paragraaf 5.8.1.1 komt naar voren dat de bezettingsgraad aan dit rijtje toegevoegd moet worden; deze is bekend op geaggregeerd niveau, maar (nog) niet op individueel niveau. Ook dit is een aanbeveling voor het datastel. Interessant is het gegeven dat met een toenemende grootte ook het verbruik toeneemt (paragraaf 5.5) wat tegengesteld is aan de verwachting.

eLoket had de mogelijkheid om de invloed van het hebben van liften en een grootkeuken op het energieverbruik te analyseren (paragraaf 5.2). Deze twee variabelen bleken hier niet significant van invloed op te zijn; mede doordat beiden al gerelateerd zijn aan de variabele 'grootte'. Hotels met liften zijn gemiddeld 2,8 maal groter dan hotels zonder liften, hotels met een grootkeuken zijn gemiddeld 4,2 maal groter dan hotels zonder een grootkeuken. Noot dat ook bij de winkels het hebben van liften geen significant meerverbruik gaf.

3 Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik in kWh per m², bij de voorgestelde BENG2 Eindnorm.

Deze tabel kan voor de hotels niet geproduceerd worden door gebrek aan beschikbare data. Eerst zal de gelabelde voorraad moeten toenemen en aanvullende variabelen beschikbaar moeten komen. De grootte van de gelabelde voorraad is echter niet het enige probleem. De labelmethodiek kijkt op een eigen wijze naar de fysieke grenzen van gebouwen. Deze kan afwijken van de (CBS) systematiek om gebouwoppervlakte te matchen aan gas- en elektriciteitsmeters. Deze mismatch komt vaker voor, naarmate gebouwen groter/complexer worden.

Een aanvullend issue is dat het niet altijd onomstotelijk duidelijk is welke gebruiksfunctie vanuit de labelmethodiek en/of vanuit de BAG aan een gebouw zou moeten worden toegekend.

4 *Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 normwaarde 'als bovenwaarde zal hebben'.*

Met dezelfde redenen is ook deze tabel niet geproduceerd.

❖ *Het historisch energieverbruik en de invloed van bouwjaren*

Aanvullend op het beantwoorden dan de onderzoeksvragen is voor de hotels gekeken naar de ontwikkeling van het historisch energieverbruik. Het verbruik van de bestaande voorraad met een bouwjaar tot 2010 blijft vrijwel stabiel over de periode 2010-2019. Nemen we echter de toename van de bezettingsgraad gedurende dezelfde periode mee in deze analyse, dan kunnen we voorzichtig concluderen dat het verbruik met 16% is afgenomen. Ter vergelijking: bij de winkels-*nonfood* vonden we een afname van gemiddeld 14%. In tegenstelling tot de winkels-*nonfood*, vonden we slechts een marginale invloed hierop van grootte- en bouwjaarklassen.

Ook is gekeken naar de gemiddelde intensiteit in het verbruiksjaar 2018, als functie van het originele bouwjaar. De trendmatige gasintensiteit neemt met bouwjaar af, terwijl de elektriciteitsintensiteit juist toeneemt; net als bij de winkels-*nonfood*. De resultante van deze twee maakt dat het (trendmatig) totaalverbruik onafhankelijk is van het bouwjaar en niet af-, of toeneemt. Dit patroon wijkt af van de winkels-*nonfood*, waarbij het totaalverbruik duidelijk afneemt met een recentere bouwjaar. De trendlijnen zijn echter wel minder overtuigend vanwege de grotere spreiding. De relatief kleinere hotelvoorraad en het ontbreken van inzicht in de bezettingsgraad per individueel hotel kunnen hier debet aan zijn.

Op deze wijze is iets te zeggen over hoe een gehele gebouwcategorie het door de jaren heen doet. Een vertaalslag naar individuele situaties blijft lastig gezien de in dit hoofdstuk gevonden bandbreedtes.

6 De zorgfunctie

6.1 Leeswijzer

Het CBS heeft voor de zorgfunctie een analysebestand beschikbaar, waarbinnen zich de 'sub-functies' Verpleging en Verzorging, Gehandicaptenzorg en Geestelijke Gezondheidszorg bevinden. Deze data is ook verwerkt in een online dashboard. In Hoofdstuk 3 wordt bij de winkelanalyse verwezen naar Bijlage B waarin het zogenaamde CBS 'Retail' databestand wordt toegelicht. Deze bijlage zal in grote lijnen ook van toepassing zijn op de databestanden die voor de overige gebouwcategorieën zijn gebruikt. Enkele door CBS gekoppelde databronnen en ingestelde kwantitatieve filters kunnen echter afwijken. Een aantal belangrijke aspecten die afwijken voor deze gebruiksfunctie is verwoord in paragraaf 6.2. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in de inleiding onder paragraaf 2.2.

- Paragraaf 6.3 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: 'Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen'.
- Paragraaf 6.4 selecteert hieruit de NTA gelabelde voorraad en vult het antwoord aan door het verbruik per labelklasse te analyseren. Ook de bijbehorende spreidingsmaten worden gegeven.
- Paragraaf 6.5 geeft inzicht in de invloed van grootteklassen.
- Paragraaf 6.6 analyseert, waar mogelijk, het verbruik van labelklassen binnen grootteklassen.
- De invloed van de vormfactor wordt voor het eerst geanalyseerd in paragraaf 6.7.
- De analyse van aspecten opgenomen in de EML lijst 'Gezondheidszorg- en welzijnszorginstellingen' wordt voor de zorgfunctie op een andere wijze uitgevoerd en is uitgewerkt in paragraaf 6.8.
- Paragraaf 6.9 kijkt af van voorgaande paragrafen en verkent de mogelijkheden om het energieverbruik te monitoren op basis van bouwjaren. Iets dergelijks zou parallel kunnen lopen aan andere initiatieven. Deze paragraaf is wat uitgebreider in vergelijking tot de equivalente paragraaf in voorgaande hoofdstukken.
- Paragraaf 6.10 tenslotte beantwoordt in de vorm van een samenvatting de onderzoeksvragen met de resultaten uit voorgaande paragrafen. Ook legt deze paragraaf uit waarom de vierde onderzoeksvraag niet beantwoord kan worden.

6.2 Inleiding

Door CBS onderscheiden 'gebouwtypen'

Het CBS dashboard 'Energieverbruik vastgoed langdurige zorg' (CBS, 2021c) is het startpunt voor deze analyse. In tegenstelling tot de andere hoofdstukken, betreft dit verbruiksjaar 2017. De Technische Toelichting binnen het Dashboard gaat in op de onderscheiden drie 'gebouwtypen'; door het CBS omschreven als 'gebouwcomplexen in drie onderscheiden zorgsectoren'. *'In veruit de meeste gevallen bestaat een gebouwcomplex uit één pand. In gevallen waar energie-*

aansluitingen worden gedeeld door verschillende panden bestaan complexen uit meerdere panden'.

Deze gebouwcomplexen bevinden zich in de volgende zorgsectoren:

- verpleging en verzorging (VV)
- gehandicaptenzorg (GHZ)
- geestelijke gezondheidszorg (GGZ).

Het CBS plaatst een gebouwcomplex binnen deze onderscheiden zorgsectoren wanneer er minimaal 10 bewoners zijn die langdurige zorg ontvangen, en wanneer minimaal 75% van deze bewoners tot één van de drie zorgsectoren gerekend wordt. Een aanvullend criterium voor de validatie is dat 'de gas- en elektriciteitsaansluiting niet wordt gedeeld met andere bedrijfsactiviteiten zoals ziekenhuizen en landbouwbedrijven'. Waar deze informatie vandaan komt wordt uitgelegd in de Technische Toelichting. Er is ook een categorie 'overig' gedefinieerd, maar deze laten we buiten beschouwing. Noot dat de ziekenhuizen geen onderdeel uit maken van deze dataset³⁴.

Populatiegrootte en NTA gebruiksfuncties

De gehele gevalideerde populatie omvat 47.767 VV, GHZ en GGZ vbo's binnen de zorgcomplexen'. Slechts 1% hiervan is NTA gelabeld; zie Tabel 38. Een collega geeft aan: 'Omdat er in de zorgsector weinig tot geen vastgoed wordt verhuurd en er een beperkt aantal panden van eigenaar wisselt is er ook geen directe noodzaak om een label aan te vragen'. Van deze 488 gelabelde cases, hebben 361 cases (74%) de 'zorg zonder bed' gebruiksfunctie gekregen.

Tabel 38 Aantallen vbo's binnen zorgcomplexen in het CBS analysebestand en het gelabelde aandeel hierbinnen naar NTA gebruiksfuncties³⁵.

		CBS gevalideerd maar geen stadsverwarming, VV, GHZ en GGZ (excl. 'overig').		
filter:		aantal	% van totaal gevalideerd	
Omschrijving		aantal	% van totaal gevalideerd	% van gevalideerd en NTA gelabeld
Totale gevalideerde populatie VV, GHZ en GGZ		47.767	100%	
Totaal gelabeld		488	1,0%	
Gelabeld met gebruiksfuntie		aantal	% van totaal gevalideerd	% van gevalideerd en NTA gelabeld
zorg zonder bed		361	0,8%	74,0%
zorg met bed		55	0,1%	11,3%
winkel		22	0,0%	4,5%
bijeenkomst zonder kdv		20	0,0%	4,1%
kantoor		14	0,0%	2,9%
logies, bijeenkomst met kdv, onderwijs en Sport		14	0,0%	2,9%

³⁴ Wellicht zijn ziekenhuizen minder interessant om in een benchmark mee te nemen. Er zijn er maar relatief weinig. Bovendien zal de energie-intensiteit van ieder afzonderlijk ziekenhuis sterk afhankelijk zijn van de typen onderzoeken en ingrepen die uitgevoerd worden. Het maakt bijv. nogal wat uit of er wel of geen MRI-apparaten worden ingezet. Stimular heeft met zijn [Milieubarometer](#) inzicht in het gemiddeld verbruik van ziekenhuizen, zowel naar m² vloeroppervlak, per medewerker als per bed.

³⁵ Het oppervlak van de gelabelde cases binnen Tabel 38 volgens de BAG en volgens de labelmethodiek blijken met elkaar overeen te komen (filter=max 10% afwijking).

Het 'met/zonder bed' is hierbij wat verwarrend. In ISSO 75.3 (de EPA basismethode) wordt t/m 2020 onderscheid gemaakt in 'gezondheidszorg klinisch' en 'gezondheidszorg niet-klinisch'. De bijbehorende omschrijving luidt ([arec.nl](https://www.arec.nl)):

Gezondheidszorgfunctie:	
- Bedgebied (klinisch)	Ruimten met bedgebonden patiënten in een: ziekenhuis/ verpleegtehuis/psychiatrischeinrichting/gezinsvervangend tehuis voor verstandelijk gehandicapten.
- Ander verblijfsgebied (niet-klinisch)	Ruimten voor de behandeling van niet-bedgebonden patiënten in een: ziekenhuis, verpleegtehuis, psychiatrische inrichting, gezinsvervangend tehuis voor verstandelijk gehandicapten, medisch centrum, polikliniek, praktijkruimte van huisarts/fysiotherapeut/ tandarts/ dierenarts, dierenkliniek, operatiekamer, ruimten in een woonzorgcomplex, ruimten in een bejaardentehuis (ook woongedeelte) of een verzorgingstehuis (ook woongedeelte).

Het kan hierbij ook gaan om diverse ruimten binnen eenzelfde fysiek gebouw; dus beide functies kunnen binnen eenzelfde gebouw voorkomen. Voor nieuwbouw zijn deze termen in NEN 7120 en NTA 8800 vervangen door 'gezondheidszorg met bedgebied' en 'gezondheidszorg zonder bedgebied'. Een verpleeghuis waar natuurlijk altijd een bedgebied aanwezig is, krijgt (meestal) de gebruiksfunctie 'zonder bedgebied' omdat het als 'niet klinisch' wordt beschouwd; het betreft hier geen 'bedgebonden patiënten'³⁶. Een ziekenhuis zal de gebruiksfunctie *met* bedgebied toegewezen krijgen.

Systeemgrenzen labelmethodiek versus CBS-Vivet

In Bijlage B.5.2 wordt uitgelegd dat de systeemgrenzen van een gebouw binnen het CBS analysebestand niet altijd overeenkomt met de fysieke grenzen waar het label voor is afgegeven. Tabel 39 geeft hier inzicht in; voor de helft van de overgebleven cases blijkt dat het CBS-gebouwcomplex en het labelcomplex bestaan uit exact dezelfde BAG panden/vboid's waar we mee verder gaan (de gele cellen in de tabel). Verreweg de meeste hiervan (179 cases) betreft een situatie waarbij het complex zelf slechts uit één BAG pand/vbo bestaat.

³⁶ Het bouwbesluit definieert bed gebonden in het kader van brandpreventie als 'Een bed gebonden patiënt is een patiënt die aan het bed is gekluisterd en daarom bij brand hulp nodig heeft om voldoende snel te kunnen vluchten'

Tabel 39 Vergelijk systeemgrenzen van afgegeven labels en van CBS gebouwcomplexen. Enkel de situaties waarbij het afgegeven label en het CBS-gebouwcomplex uit dezelfde BAG panden/vboid's bestaan gaan mee de analyse in (de gele cellen).

Situatie systeemgrenzen NTA versus CBS:	Aantal panden binnen complex					Totaal aantal cases	% van totaal aantal cases:
	1	2	3	7	16		
aantal vboids label-complex = aantal vboid CBS-complex	179	0	3	0	0	182	50%
aantal vboids label-complex > aantal vboids CBS-complex	1	0	0	0	0	1	0%
aantal vboids label-complex < aantal vboids CBS-complex	118	37	5	12	6	178	49%
Totaal aantal cases:	298	37	8	12	6	361	100%

In het vorige hoofdstuk bij de logiesfunctie was in de tabel het 'Aantal vbo's binnen het complex' opgenomen, in plaats van nu het *aantal* panden. Het aantal vbo's binnen zorgpanden varieert echter van 1 tot maar liefst 171.

Tabel 40 toont voor de 182 overgebleven cases de verdeling naar het aantal vbo's binnen de panden. Hieruit volgt dat vanwege de gemaakte keuzes een derde van de onderzoekspopulatie VV, GHZ en GGZ-zorgcomplexen betreft, die bestaan uit een enkel pand, met daarbinnen slechts één vbo die de NTA gebruiksfunctie 'gezondheidszorg zonder bedgebied' draagt. Dit besef is belangrijk wanneer resultaten worden vergeleken met andere zorggebouwen.

Tabel 40 De verdeling naar het aantal vbo's binnen panden, voor de overgebleven cases van Tabel 39.

aantal panden in complex	aantal vbo's in complex										SUM	% van TOTAAL
	1	2	3	4	6	7	13	15	18	26		
1	58	1	9	12	6	7	13	29	18	26	179	98%
2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	2%
SUM	58	1	12	12	6	7	13	29	18	26	182	100%
% van TOTAAL	32%	1%	7%	7%	3%	4%	7%	16%	10%	14%	100%	

A_plusjes vanuit ISSO/NEN toevoegen

Bij de winkels zijn additionele (indicatieve) "A_met_plusjes" toegevoegd aan de NTA gelabelde populatie vanuit de voormalige ISSO/NEN labels (zie paragraaf 3.3). Voor de zorgfunctie zijn op deze wijze 3 cases toegevoegd³⁷ (tweemaal een A+, éénmaal een A+++). Hiermee omvat de NTA gelabelde analysevoorraad 185 cases, zoals weergegeven in Tabel 41.

³⁷ Voor deze drie cases kon niet worden bepaald of de systeemgrenzen van de CBS gebouwcomplexen overeenkomen met het uitgangspunt van de afgegeven ISSO/NEN labels.

Tabel 41 De grootte van de NTA gelabelde voorraad na toevoegen van A_plusjes vanuit ISSO/NEN

NTA_label	Inijkingstudie NTA labels	Indicatieve NTA labels	Totaal NTA labels	% van totaal
G	12		12	6%
F	1		1	1%
E	22		22	12%
D	6		6	3%
C	29		29	16%
B	21		21	11%
A	25		25	14%
A+	32	2	34	18%
A++	32		32	17%
A+++	2	1	3	2%
Totaal	182	3	185	100%

Relatie labelklassen versus bouwjaarklassen

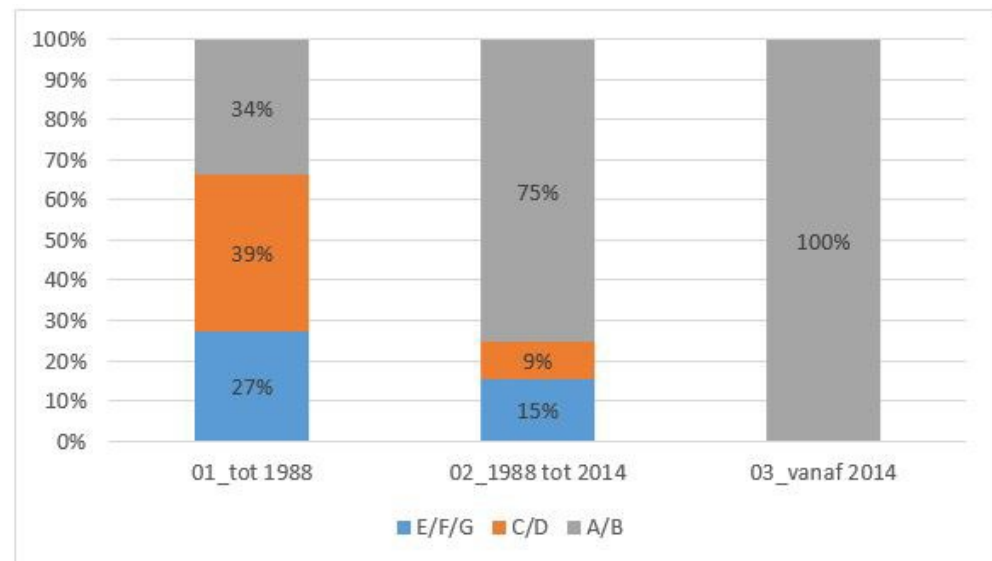
Tabel 42 toont het aantal gelabelde complexen naar labelklasse en bouwjaarklasse (wanneer bekend). Het grootste aandeel (83 complexen) wordt gevormd door de A/B gelabelde zorgcomplexen die in de periode 1988-2014 zijn gebouwd.

Tabel 42 Aantal gelabelde complexen naar labelklasse en bouwjaarklasse

labelklasse	01_tot 1988	02_1988 tot 2014	03_vanaf 2014	Totaal	% van totaal
E/F/G	17	17	0	34	19%
C/D	24	10	0	34	19%
A/B	21	83	8	112	62%
Totaal	62	110	8	180	100%
% van totaal	34%	61%	4%	100%	

Figuur 49 toont, zoals mag worden verwacht, dat een recenter bouwjaar gepaard gaat met een hoger aandeel betere labels. De 8 beschikbare zorgcomplexen die na 2014 zijn gebouwd hebben allen minimaal een A-label.

Het oppervlakte van beiden ligt echter binnen 10% afwijking van elkaar, waarmee we voldoende vertrouwen hebben om de cases mee te nemen.



Figuur 49 Aandeel labelklassen (E/F/G=slecht, C/D=gemiddeld, A/B=goed) binnen een bouwjaarclassificatie.

BENG2 Eindnorm

De gerelateerde BENG2 Eindnorm ligt op 50 kWh/m². Deze valt nog net binnen label A+++; de grens tussen A3+ en A4+ ligt bij 45 kWh/m². We gaan daarom uit van A4+, waarmee we iets strenger zijn dan de Eindnorm³⁸. Tabel 41 toont dat geen enkele case hier al aan voldoet. Een geschat werkelijk verbruik in deze labelklasse zal middels extrapolatie bepaald moeten worden.

Relevante informatie uit eerdere en andere onderzoeken

In (Sipma & Rietkerk, 2016) is het werkelijk verbruik van vergelijkbare zorggebouwen ('tehuizen met overnachting') voor het eerst geanalyseerd, zonder in te zoomen op de gelabelde voorraad. In (Sipma & Niessink, 2018) is het werkelijk verbruik van specifiek de gelabelde voorraad geanalyseerd. Enkele bevindingen uit deze rapportages zijn³⁹:

- De niet-gecorrigeerde gasintensiteit lag in 2015 op 16,1 m³/m². Dit lag 1% lager dan de waarde welke in 2013 was gevonden
- Gemiddeld lag de elektriciteitsintensiteit van de gehele analysepopulatie (gelabeld plus niet-gelabeld) in 2015 op 37,5 kWh/m². Dit lag 3% hoger dan de waarde welke in 2013 was gevonden (36,5 kWh/m²).
- De gelabelde voorraad was toen te klein om te kunnen opdelen naar labelklassen: *'Voor tehuizen met overnachting was alleen een opdeling naar labelklasse A mogelijk vanwege de steekproefgrootte. Het gemeten gasverbruik ligt voor deze subpopulatie dicht bij het berekend gasverbruik. Het gemeten totaal elektriciteitsverbruik ligt ruim een factor 2 hoger dan het berekend gebouwgebonden elektriciteitsverbruik.'*

³⁸ Noot dat de BENG2 Eindnorm voor 'klinische gezondheidszorg met bedgebied' op 160 kWh/m² ligt en dat deze midden in A3+ valt, waarvan het bereik [90.01 t/m 180 kWh/m²] is.

³⁹ Deze waarden zullen afwijken van wat we in dit onderzoek vinden. Hier liggen diverse redenen aan ten grondslag. Het CBS is nu bijv. beter in staat de utiliteitsbouw in te delen naar onderscheiden typen. Deze typen hebben echter ook hun eigen definitie gekregen (systeemgrenzen), die zal/kan afwijken van eerdere definities. Dit geeft ook aan dat een uniforme definitie belangrijk is in de zoektocht naar gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik.

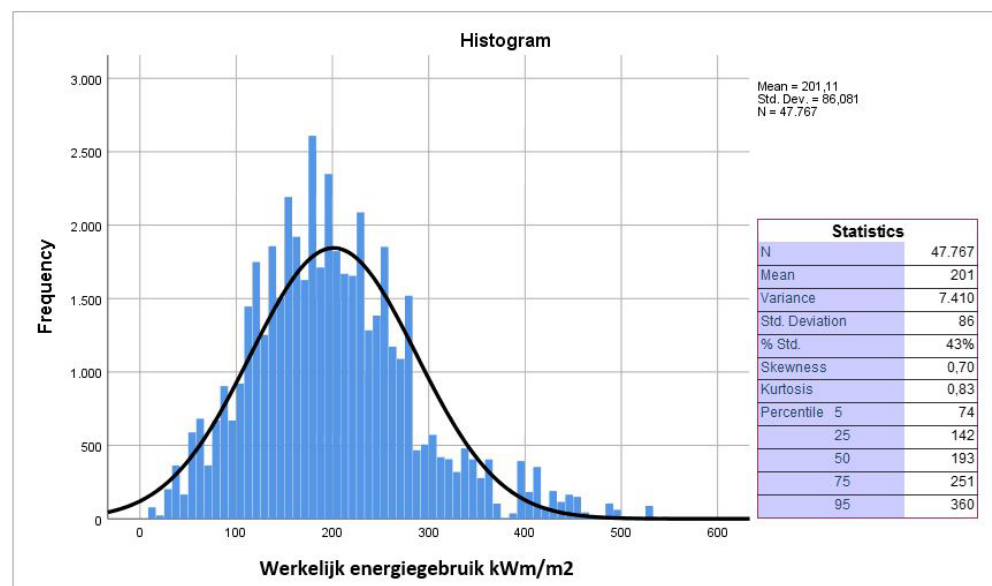
De (milieubarometer.nl) geeft vanuit energiescans inzicht in het werkelijk verbruik per m² vloeroppervlak, maar ook per 'bezet bed'. De Milieubarometer onderscheidt Gehandicaptenzorg, GGZ instellingen, Zorglocaties en Ziekenhuizen. De grootte van de steekproef wordt hierbij niet gegeven.

6.3 Verbruik gehele CBS populatie

6.3.1 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding, gehele populatie

Figuur 50 toont de frequentietabel voor het werkelijk verbruik van de gehele gevalideerde populatie in het CBS analysebestand (excl. warmtelevering). Hierbij is dus zowel de gelabelde- als de niet gelabelde voorraad meegenomen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 201 kWh/m².

De zwarte lijn wordt door SPSS ingetekend en toont de ideale normaalverdeling. Visueel gezien lijkt deze populatie de normaalverdeling beter te benaderen dan voorgaande gebouwcategorieën, wat kwantitatief wordt bevestigd met de laagste waarden voor de Skewness en Kurtosis tot nu toe (voor meer uitleg over deze twee begrippen, zie bijlage A.1). Hiermee samenhangende is het feit dat de procentuele standaarddeviatie met 43% op het laagste niveau tot nu toe ligt; wat betekent dat de spreiding in het verbruik relatief gezien minder groot is.



Figuur 50 Histogram werkelijk verbruik zorgfunctie voor de gehele beschikbare populatie en de gerelateerde spreidingsmaten

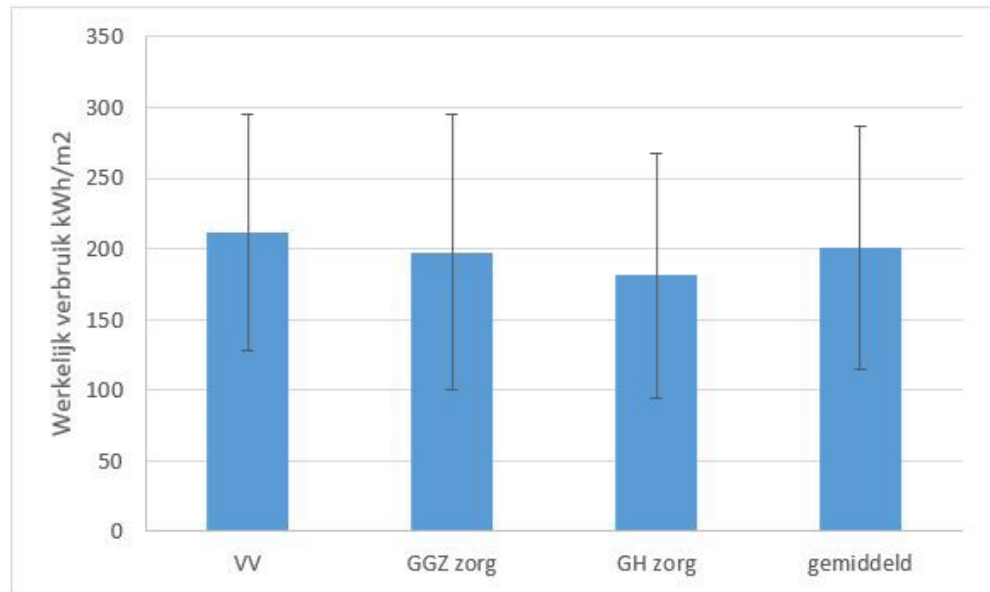
De populatie heeft een gemiddelde grootte van 4.333 m², wat een flink stuk hoger ligt in vergelijking tot voorgaande gebouwcategorieën. Ook dit gegeven kan bijdragen aan een lagere spreiding.

6.3.2 Verbruik naar zorgtypen, gehele voorraad

Tabel 43 toont het gemiddelde verbruik per type zorgcomplex. Ook de spreidingsmaten worden gegeven en de gemiddelde waarde voor de grootte en het bouwjaar van het complex en het aantal vbo's per pand. Figuur 51 geeft het gemiddeld verbruik visueel weer, inclusief de standaarddeviatie.

Tabel 43 Het verbruik per type zorgcomplex (kWh/m²), inclusief spreidingsmaten en gemiddelde waarden voor aanvullende gebouwkenmerken.

zorgtype	aantal CBS complexen	gemiddeld verbruik kWh/m ²	% gemiddeld verbruik kWh/m ² tov gemiddelde	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per pand
VV	31.528	211	105%	210	212	84	40%	8.449	1986	81
GGZ zorg	815	198	98%	191	204	97	49%	6.223	1997	57
GH zorg	15.424	181	90%	180	182	87	48%	3.162	1965	22
gemiddeld	47.767	201	100%	200	202	86	43%	6.704	1989	62



Figuur 51 Het verbruik per type zorgcomplex (kWh/m²) van Tabel 43 weergegeven, met de standaarddeviatie.

Uit voorgaande volgt dat het gemiddeld verbruik en de bijbehorende bandbreedte van de drie typen niet drastisch van elkaar afwijken. Het gemiddeld verbruik van GH_zorg ligt weliswaar 15% lager ten opzichte van VV_zorg, maar kan mede verklaard worden met de lagere waarde voor de gemiddelde grootte. Een inschatting op basis van (gewogen) standaarddeviaties is dat deze variabele de spreiding in het verbruik voor maximaal 1% verklaart. We concluderen hiermee dat het type zorg ogenschijnlijk niet zo'n grote invloed heeft op de energie intensiteit. Bij vorige gebouwcategorieën zagen we dat het type juist wel een grote invloed had. Met deze constatering houden we de data bij elkaar bij de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik.

6.4 Labelklassen individueel geanalyseerd

Tabel 44 toont voor de gelabelde zorgpopulatie, per labelklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. De laatste drie kolommen geven inzicht in de gemiddelde grootte en het gemiddeld bouwjaar per verblijfsobject, en de gemiddelde waarde voor de vormfactor (zie voor uitleg over deze variabele paragraaf 5.2). De laatste rij toont dat het gemiddeld verbruik voor de gelabelde voorraad ongeveer 10% lager ligt in vergelijking tot de waarde voor de

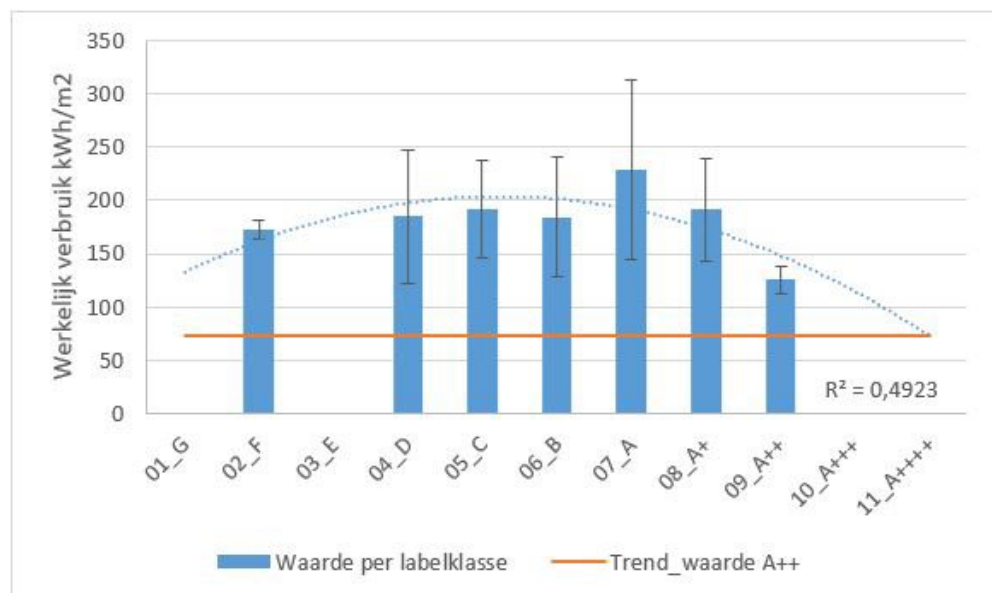
gehele voorraad (zie vorige paragraaf). In overeenstemming hiermee ligt het gemiddeld bouwjaar een stuk hoger en is de gemiddelde grootte flink kleiner.

Tabel 44 Resultaten voor de gelabelde zorgpopulatie naar labelklassen

Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld bouwjaar	gemiddelde vormfactor
01_G	3								
02_F	9	172	165	179	9	5%	2.469	1974	2,3
03_E	1								
04_D	28	185	160	209	63	34%	1.777	1991	1,4
05_C	29	192	174	210	46	24%	2.129	1935	1,4
06_B	21	184	159	210	57	31%	1.028	1972	2,2
07_A	25	229	194	263	85	37%	1.713	1987	1,8
08_A+	34	191	174	208	48	25%	1.097	2005	1,3
09_A++	32	125	121	130	12		1.749	2010	1,0
10_A+++	3								
11_A++++									
totaal	185	182	173	190	61	34%	1.624	1985	1,5

In Figuur 52 is het gevonden gemiddeld werkelijk verbruik uitgezet naar labelklassen, met een weergave van de standaarddeviatie, waarmee de spreiding rondom het gemiddelde per labelklasse inzichtelijk wordt. In deze figuur is dus nog geen rekening gehouden met andere variabelen. Een trendmatigheid is afwezig:

- Het gemiddeld verbruik van label F naar B lijkt in dezelfde orde van grootte te liggen.
- Het gemiddeld verbruik voor label A neemt ineens toe, waarna deze richting A++ weer afneemt. De standaarddeviaties en de 90%BI's tonen echter geen significant verschil tussen label A en A+.
- De rode verticale lijn is de trendmatige gemiddelde waarde voor A4+ (73 kWh/m²), welke niet als gelijkwaardig alternatief gebruikt kan worden.



Figuur 52 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde zorg

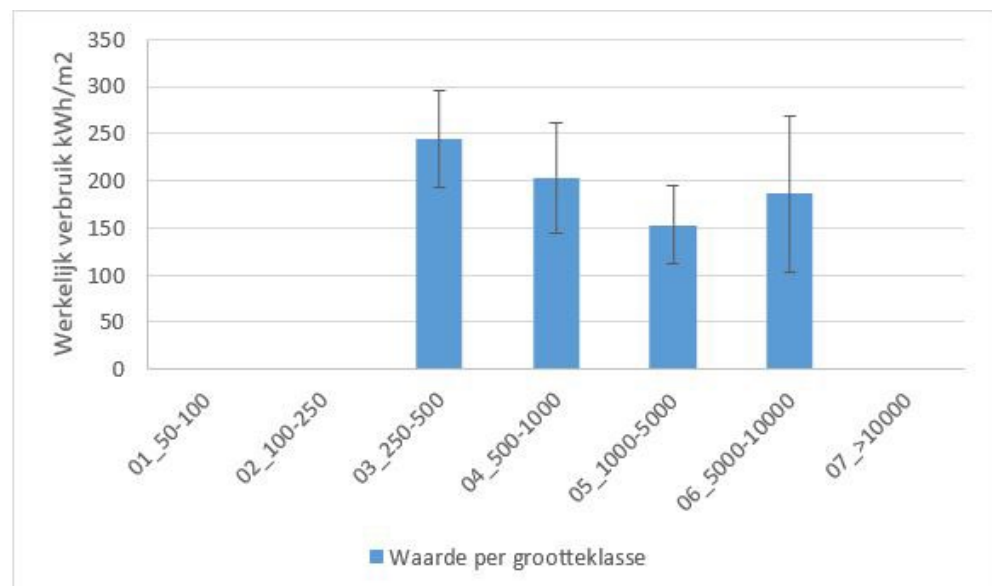
6.5 Grootteklasse individueel geanalyseerd

Tabel 45 toont voor de gelabelde zorgcomplexen per grootteklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. De laatste vier kolommen geven inzicht in de gemiddelde grootte en het gemiddeld bouwjaar per verblijfsobject, de gemiddelde vormfactor en het gemiddeld aantal vbo's in een pand.

Tabel 45 Resultaten voor de gelabelde zorgcomplexen naar grootteklassen

Grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld bouwjaar	vormfactor	gemiddeld aantal vbo's in
01_50-100	0									
02_100-250	2									
03_250-500	17	244	218	271	51	21%	287	2006	1.8	3
04_500-1000	64	203	188	217	58	29%	780	1965	1.7	10
05_1000-5000	89	153	144	162	41	27%	1,676	1993	1.4	12
06_5000-10000	7	186	109	263	83	45%	7,861	1989	1.1	1
07_>10000	3									
totaal	182	183	174	192	61	33%	1,624	1984	1.5	10

Figuur 42 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik per grootteklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. Ook de standaarddeviatie wordt getoond. Voor de eerste drie grootteklassen die we mogen tonen neemt het gemiddeld verbruik, zoals we meestal zien, af met een groottoename. Bij de vierde grootteklasse neemt deze weer toe; de lezer wordt er echter op geattendeerd dat hier slechts 7 cases achter zitten. Noot dat met een toenemende grootte de kans op aanwezigheid van liften/roltrappen en/of een zwembad ook toeneemt (zie paragraaf 6.8), maar dat deze variabelen het verbruik maar marginaal beïnvloeden.



Figuur 53 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde bijeenkomstpopulatie

6.6 Labelklassen binnen grootteklassen

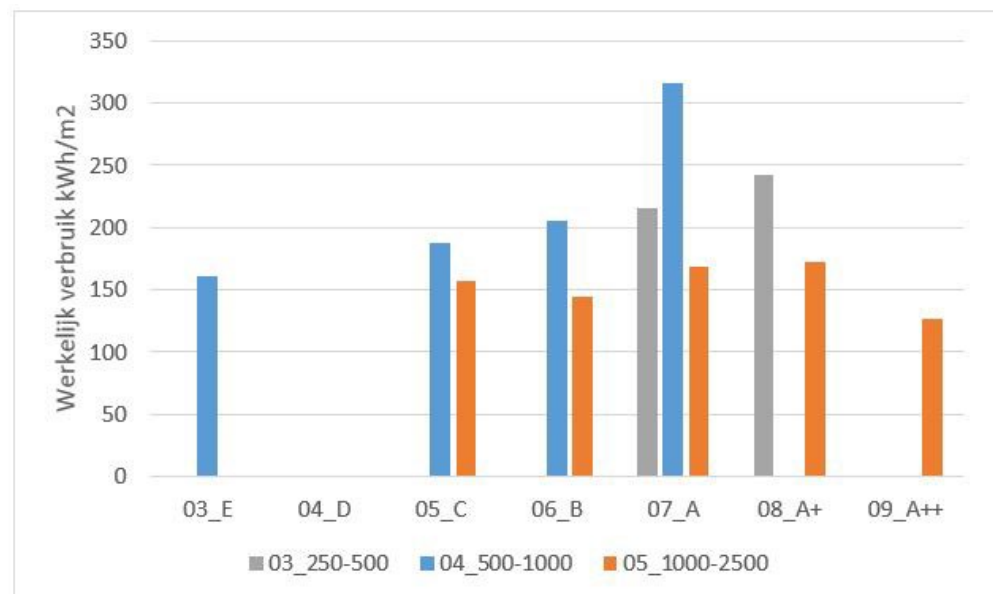
In 11 situaties heeft een verdere opdeling naar labelklassen binnen grootteklassen meer dan 5 cases. Deze worden in Tabel 46 getoond. Het valt op dat de procentuele standaarddeviatie nu over het algemeen een stuk lager ligt, ondanks de lage vulling, waarmee de spreiding kleiner is geworden.

Tabel 46 Resultaten voor de labelklassen binnen grootteklassen, gelabelde zorgcomplexen

#	grootteklasse	labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	% standaard deviatie
1	03_250-500	07_A	7	216	17%
2		08_A+	7	243	11%
3	04_500-1000	03_E	16	160	11%
4		05_C	17	188	9%
5		06_B	14	205	14%
6		07_A	7	316	15%
7	05_1000-2500	05_C	6	157	18%
8		06_B	6	145	35%
9		07_A	9	169	33%
10		08_A+	21	172	9%
11		09_A++	31	127	8%

Figuur 54 visualiseert voorgaande resultaten. Het is lastig hier een patroon in te ontdekken:

- Voor 4 van de 5 situaties waar een vergelijk mogelijk is binnen hetzelfde label, ligt het verbruik van grotere zorgcomplexen lager dan dat van kleinere zorgcomplexen. Dit komt overeen met de bevindingen in paragraaf 6.5.
- Het patroon van het verbruik naar labelklassen lijkt zich nu iets duidelijker te manifesteren; het verbruik richting de betere labels lijkt (in ieder geval voor de beter bezette kleinere grootteklassen) toe te nemen, met wellicht een afname vanaf label A++.



Figuur 54 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde bijeenkomstpopulatie

Een inschatting van het verbruik voor A4+ gelabelde zorgcomplexen is met deze populatie niet (zinvol) te maken.

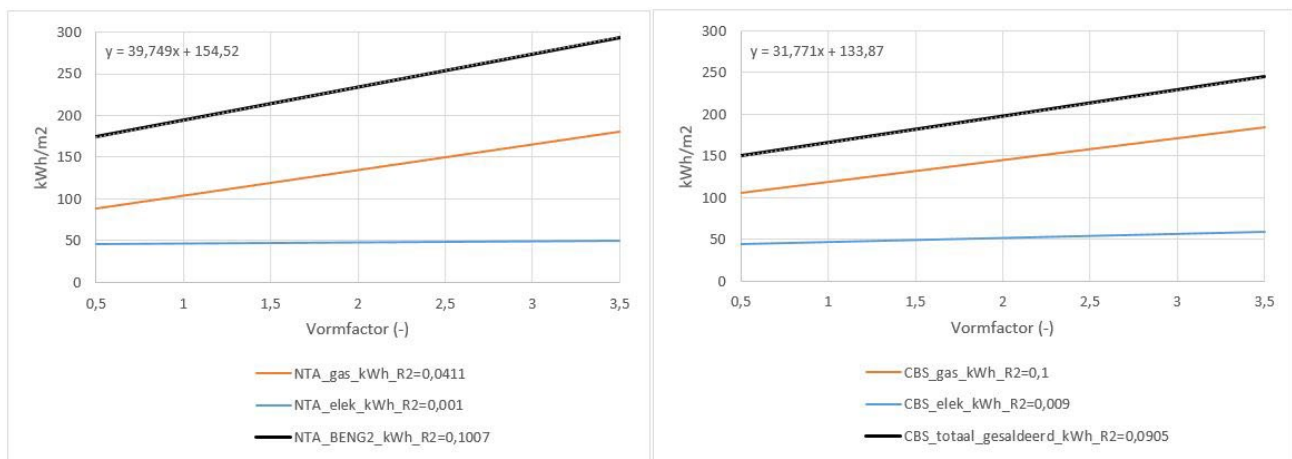
6.7 Invloed van de vormfactor geanalyseerd

Figuur 55 toont de invloed van de vormfactor op (1) het gasverbruik, (2) het elektriciteitsverbruik en op (3) het BENG2/gesaldeerd verbruik. Het linker plaatje doet dit voor het theoretisch berekend NTA verbruik, het rechter plaatje toont het effect van de vormfactor op het werkelijk verbruik. Het NTA-elektriciteitsverbruik betreft enkel het gebouwgebonden verbruik. Het bereik van de y-as is voor beide plaatjes gelijk zodat ze vergelijkbaar zijn. In het label wordt vermeld welke correlatiecoëfficiënt R^2 is gevonden voor iedere situatie.

Wat opvalt is:

- De trendmatigheid is identiek voor het theoretische berekend-, en werkelijk verbruik; net als in het vorige hoofdstuk bij analyse van de hotels.
- Zowel de gas- als de elektriciteitsintensiteit nemen toe met de vormfactor, bij de hotels nam de elektriciteitsintensiteit juist af met de vormfactor.
- De steilheid van deze toe- en afname verschillen echter, waarmee het werkelijk totaalverbruik minder snel toeneemt dan het theoretisch totaal verbruik.

Hiermee lijkt de vormfactor een zinvolle variabele waarmee een deel van de spreiding verklaard kan worden. De vraag blijft staan of een eigenaar/gebruiker hier in de praktijk mee uit de voeten kan.



Figuur 55 Invloed van de vormfactor op het NTA en werkelijk verbruik geanalyseerd.

6.8 Analyse eLoket EML Gezondheidszorg- en welzijnszorginstellingen

6.8.1 Opbouw EML analysebestand

De relevante EML lijst omvat 'Gezondheidszorg- en welzijnszorginstellingen'. Uit voetnoot 40 volgt dat de reikwijdte van de EML lijst veel breder is dan de afbakening binnen het CBS analysebestand. Vanuit eLoket wordt mogelijk inzicht verkregen in de volgende voor dit onderzoek relevante aspecten:

- In werking hebben van een liftinstallatie (code G)
- In werking hebben van een roltrapsysteem (code H)
- In werking hebben van een serverruimte (code J)
- In werking hebben van een zwembassin (code L)

Noot: *iedere* zorginstelling zal liften en/of roltrappen hebben, mits er natuurlijk meerdere verdiepingen zijn.

Omdat we na koppeling met het CBS een deel van deze voorraad zouden verliezen, is voor de zorg besloten tot een andere aanpak:

- 1 De NTA gelabelde voorraad is aan de EML lijst gekoppeld. Labels A_met_plusjes zijn gelijkgesteld aan label A
- 2 De database is verrijkt met BAG informatie (gebruiksfunctie, grootte, bouwjaar)
- 3 Het gasverbruik in de EML lijst kan afkomstig zijn uit 2017 t/m 2021. Met een graaddagencorrectie is deze omgezet naar het verbruiksjaar 2018.
- 4 De niet-gelabelde voorraad is op grond van het bouwjaar omgezet naar een indicatieve ISSO labelklasse, gebruik makende van onderstaande tabel uit (Niessink, Menkveld, & Sipma, 2017). Hierbij wordt het eerdere ISSO label dus gelijkgesteld aan het huidige NTA label.

⁴⁰ Inrichtingen voor medische en tandheelkundige behandeling, verzorging, verpleging en/of genezende behandelingen, veterinaire dienstverlening (laboratoria) (SBI 75), keurings- en controlediensten (laboratoria) (SBI 71.2), penitentiair inrichtingen, ((jeugd)gevangenissen, TBS instellingen (84.23.2), woonfuncties in de zorg (SBI 87). Het gaat om inrichtingen met een gezondheidszorgfunctie zoals aangehaald in het Bouwbesluit 2012. Denk aan een ziekenhuis, psychiatrische inrichting, medisch centrum, polikliniek, praktijkruimten voor een huisarts en/of een fysiotherapeut of een tandartspraktijk. Ook inrichtingen met een woon- en verblijffunctie voor het aanbieden van intramurale zorg vallen onder de reikwijdte van onderliggend pakket met erkend maatregelen. Ter indicatie de SBI-code die voor de indeling van instellingen veelal wordt gebruikt: 86.

Tabel 47 Relatie bouwjaar versus ISSO energielabel voor de zorgfunctie (Niessink et al., 2017)

Referentie	1	2	3	4	5	6	7	8
EPC eis	-	-	-	-	-	-	1,5	1,5
Bouwjaarklasse	Tot 1920	Van 1920 tot 1965	Van 1965 tot 1975	Van 1975 tot 1988	Van 1988 tot 1992	Van 1992 tot 1995	Van 1995 tot 2009	Conform EPC eisen 2001 ¹²
Rc vloer	0,15	0,15	0,17	0,52	1,3	2,53	3,5	3,0
Rc gevel	0,19	0,36	0,43	1,3	2,0	2,53	3,5	3,0
Rc dak	0,22	0,39	0,86	1,3	2,0	2,53	3,5	3,0
glas Ur	Enkel; 5,2	Enkel; 5,2	Enkel; 5,2	Dubbel; 2,9	Dubbel; 2,9	Dubbel; 2,9	Dubbel; 2,9	Dubbel; 2,3
Ketel	VR	VR	VR	HR100	HR100	HR100	HR107	HR107
Ventilatie	Natuurlijke toevoer, afvoer	Natuurlijke toevoer, afvoer	Natuurlijke toevoer, afvoer	Mech toe, mech afvoer zonder WTW	Mech toe, mech afvoer zonder WTW	Mech toe, mech afvoer zonder WTW	Mech toe, mech afvoer zonder WTW	Mech toe, mech afvoer met WTW
Koelsysteem	geen	geen	geen	geen	geen	geen	compressie koeling	geen
Regeling	vertrek-schakeling	vertrek-schakeling	vertrek-schakeling	vertrek-schakeling	vertrek-schakeling	veegpuls	veegpuls	veegpuls
licht W/m2	17	17	17	17	17	17	11	10
Energielabel basismethode EI-	G	G	G	F	E	D	C	A
basismethode	2,43	2,15	1,96	1,86 ¹³	1,48	1,42	1,22	0,80

Er zijn een aantal filters ingesteld om tot een betrouwbare populatie te komen:

- Enkel de zogenaamde ‘niet bulk’ cases zijn geschikt voor analyse; voor deze subpopulatie is bekend of een bepaalde activiteit zoals ‘het hebben van liften’ wel of niet van toepassing is.
- Alle BAG gebruiksfuncties komen voor, met als zwaartepunten ‘gezondheidszorgfunctie’ en ‘woonfunctie’. Enkel de ‘gezondheidszorgfunctie’ wordt meegenomen. Noot dat dit vanuit labelperspectief met- en zonder bedfunctie kan omvatten.
- Wanneer een case geen elektriciteitsverbruik heeft, gaat deze niet mee
- Een case met geen gasverbruik gaat enkel mee wanneer het (indicatieve) label een A betreft.
- Een case gaat enkel mee wanneer het totaal energiegebruik zich tussen het 5%- en 95% percentiel bevindt van Figuur 50 in paragraaf 6.3.1.

Hiermee houden we 249 cases over. De invloed van de grootteklasse, labelklasse, het hebben van liften en/of roltrappen, een serverruimte of een zwembad wordt geanalyseerd middels het statistiekprogramma ‘R’.

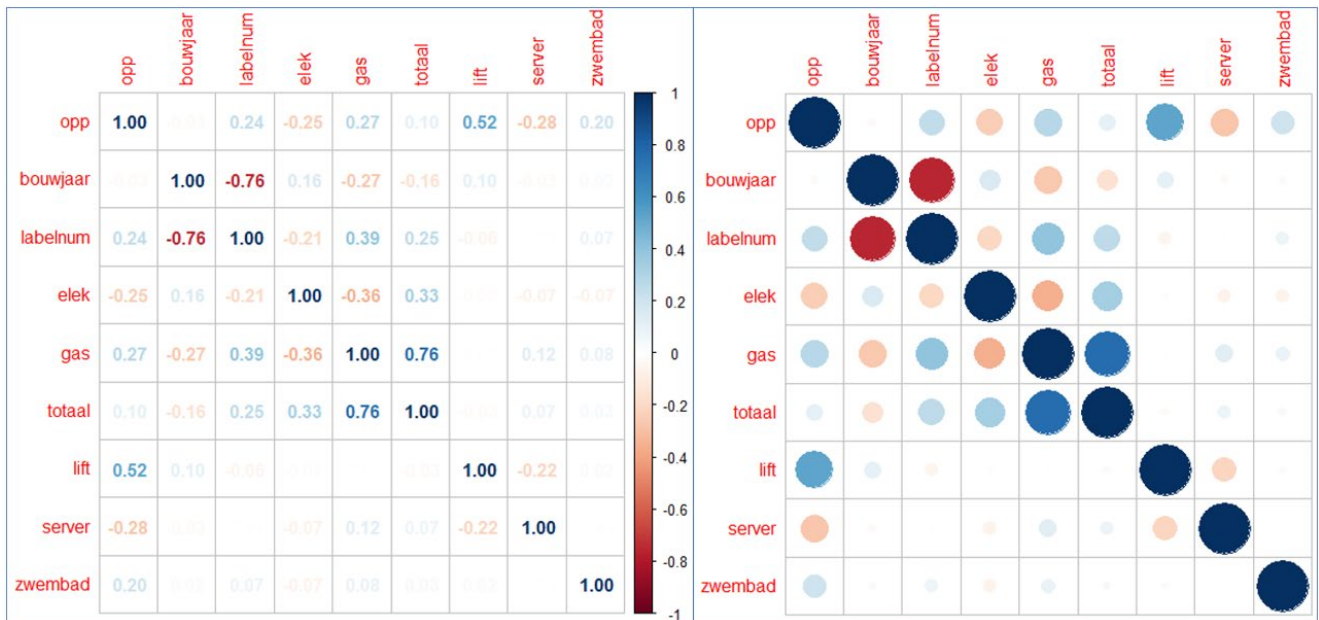
6.8.2 Resultaten meervoudige lineaire regressie analyse EML data

Als voorbereiding op de MLRA, toont Figuur 56 de zogenaamde correlatiematrix voor de aanwezige afhankelijke- (gas-, elektriciteit-, totaal energiegebruik) en onafhankelijke variabelen.

0,1-0,3	Zwak
0,3-0,5	Matig sterk
0,5-0,7	Sterk
>0,7	Zeer sterk
1	Perfect verband

Tabel 112 in Bijlage A.3.1 (links gedeeltelijk herhaald) toont hoe de getallen kunnen worden geïnterpreteerd. Het kwantitatieve getal geeft een verband tussen -1 en 1; bij deze uiterste waarden zijn twee variabelen volledig gecorreleerd (de diagonaal). Bij een negatieve waarde is de richting (meer/minder

verbruik) tegengesteld. De figuur rechts geeft dezelfde informatie maar maakt de visuele beoordeling eenvoudiger. Noot: wanneer de correlatie tussen twee onafhankelijke variabelen $>|0,8|$ betreft, dient de onderzoeker na te gaan of beide wel zo onafhankelijk *van elkaar* zijn; eentje valt dan meestal af.



Figuur 56 Correlatiematrix voor de aanwezige variabelen

De figuur toont dat:

- het totaal energiegebruik meer afhankelijk is van het gas- dan van het elektriciteitsverbruik,
- het energielabel ('labelnum' genoemd in de figuur) en het gebruiksoppervlak (grootte) tegengestelde effecten hebben op respectievelijk het gas- en het elektriciteitsverbruik,
- het hebben van liften, zwembaden of een eigen server het gas-, elektriciteits- en totaal verbruik niet tot weinig beïnvloeden,
- wanneer een zorginstelling groter is, de kans op het hebben van een zwembad groter is (correlatie 0,52),
- dit ook geldt voor het hebben van een zwembad, maar dan in mindere mate (correlatie 0,20),
- wanneer een zorginstelling *kleiner* is, er meer kans is op het hebben van een eigen serverruimte (correlatie -0,28).

Tabel 48 toont vervolgens de uitkomsten van de MLRA die hier op volgt en geeft aan in welke mate de onafhankelijke variabelen de spreiding in het verbruik significant verklaren.

- De spreiding in het gasverbruik wordt voor 9% verklaard vanuit de onderscheiden grootteklassen. Dit verbruik neemt over het algemeen toe met een toenemende grootte (niet getoond). Dezelfde variabele beïnvloedt het elektriciteitsverbruik voor 17%; deze neemt echter eerst sterk af met de grootte, waarna deze weer langzaam toeneemt (niet getoond). Deze soms tegenstrijdige effecten doven elkaar deels uit, waardoor de invloed van de grootteklasse op het totaal energiegebruik met 2% slechts marginaal is.

- Labelklassen hebben de grootste invloed op het gasverbruik. Hier niet getoond: wanneer alle overige variabelen constant worden gehouden, neemt het gemiddeld gasverbruik vanaf label E trendmatig af met een beter label (R^2 polynoom = 0.78), terwijl het elektriciteitsverbruik dan juist (licht) toeneemt (R^2 logaritmisch = 0.17). De visuele trendmatigheden zijn echter matig.

Tabel 48 Beïnvloeding verbruik vanuit onafhankelijke variabelen, meervoudige regressie analyse R.

Beïnvloedende variabele:	verklaart het verbruik voor x%		
	gasverbruik	elek-verbruik	totaal verbruik
OpperVakteklaasje	9%	17%	2%
Labelklasse	21%	5%	12%
wel/geen lift/roltrap	-	3%	0,0001%
wel/geen eigen server	-	-	0,50%
wel/geen zwembad	3%	-	0,01%
productfactor [lift/roltrap * zwembad]	-	-	2%
Totaal verklaard	33%	25%	16%

- De hoogte van het elektriciteitsverbruik kan voor 3% worden verklaard vanuit het hebben van liften en/of roltrappen c.q. het hebben van meerdere verdiepingen (niet getoond: +21,5 kWh/m²). Tabel 49 toont dat zorgcomplexen met een lift/roltrap gemiddeld gezien ruim een factor 5 groter zijn. Dit maakt dat deze variabele minder *onafhankelijk* is (wat we in Figuur 56 al hadden gezien).

Tabel 49 Individuele analyse invloed van het hebben van liften/roltrappen op het verbruik; een '1' in de eerste kolom geeft de aanwezigheid ervan aan.

lift / roltrap	% van			grootte	factor	gas	elek	totaal	% van
	count	totaal	bouwjaar	m2	totaal	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	totaal
1	173	69%	1990	8,142	1.3	117	89	207	99%
0	76	31%	1984	1,537	0.3	119	92	211	101%
totaal	249	100%	1988	6,126	1.0	118	90	208	100%

- Het elektriciteitsverbruik wordt *niet* significant beïnvloed door het hebben van een eigen serverruimte. Uit Tabel 50 volgt dat juist de kleinere zorgcomplexen hebben aangegeven dat ze beschikken over een eigen serverruimte (wat we in Figuur 56 al hadden gezien). Mogelijk zijn dit dan ook juist de kleinere servers die het totaal verbruik weinig beïnvloeden (en mede daarom niet de moeite waard zijn om dit proces uit te besteden?).

Tabel 50 Individuele analyse van het hebben van een eigen serverruimte op het verbruik; een '1' in de eerste kolom geeft de aanwezigheid ervan aan.

server	% van			grootte	factor	gas	elek	totaal	% van
	count	totaal	bouwjaar	m2	totaal	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	totaal
1	208	84%	1988	4,762	0.8	122	89	210	101%
0	41	16%	1990	13,046	2.1	98	98	196	94%
totaal	249	100%	1988	6,126	1.0	118	90	208	100%

- Zwembaden kunnen zowel met gas- of via een elektrisch systeem worden verwarmd (poolplaze.nl). Slechts 9% van het aantal cases heeft een zwembad; deze zorgcomplexen zijn gemiddeld gezien ruim 3 maal groter (zie Tabel 51). De regressieanalyse vond slechts een zeer kleine invloed ervan op het verbruik.

Met zo weinig cases is het echter lastig hier concrete conclusies aan te verbinden.

Tabel 51 Individuele analyse van het hebben van een zwembad op het verbruik; een '1' in de eerste kolom geeft de aanwezigheid ervan aan.

zwembad	count	% van totaal	bouwjaar	grootte m2	factor totaal	gas kWh/m2	elek kWh/m2	totaal kWh/m2	% van totaal
1	22	9%	1989	16,500	2.7	137	79	216	104%
0	227	91%	1988	5,120	0.8	116	91	207	100%
totaal	249	100%	1988	6,126	1.0	118	90	208	100%

De laatste regel in Tabel 48 toont in hoeverre de spreiding van het verbruik met deze 5 variabelen verklaard wordt. Het gasverbruik is voor 33% verklaard; het elektriciteitsverbruik voor 25%. Vanwege tegenstrijdige effecten van het gebruiksoppervlak en de labelklasse, wordt de spreiding in het totaalverbruik slechts voor 16% verklaard.

6.9 Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van het historisch verbruik en bouwjaren

De gelabelde zorgpopulatie is relatief klein. Wanneer we zouden uitgaan van bouwjaren, neemt de populatie drastisch toe, waarmee we in deze paragraaf experimenteren. Een andere methode voor de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief kan wellicht gevonden worden in:

- 1 een monitoringstool op basis van het historisch energieverbruik 2010-2019, waarmee een gemiddelde jaarlijkse besparing op het werkelijk energiegebruik voor de voorraad gebouwd vóór 2010 kan worden berekend, vanwege uitgevoerde isolatiemaatregelen (paragraaf 6.9.1), en/of,
- 2 een monitoringstool op basis van bouwjaren, dat iets zegt over het effect van aanscherpende bouwnomen voor nieuwbouw (paragraaf 6.9.2)

Zodoende worden in deze paragraaf 10.597 zorgcomplexen meegenomen (zie voetnoot 29 in paragraaf 5.8 voor aanvullende analysefilters die zijn aangebracht). Van deze populatie hebben slechts 72 zorgcomplexen een NTA labels toegewezen gekregen. Deze paragraaf is wat uitgebreider dan in voorgaande hoofdstukken vanwege een informatiebehoefte in een ander project, specifiek gericht op verduurzaming van de zorgsector. Opnieuw maken we geen onderscheid tussen zorgtypen.

Belangrijke mededeling vooraf:

De lezer dient notie te nemen van het feit dat wanneer een zorgcomplex uit meerdere vbo's bestaat, deze ook vaker als case in het analysebestand voorkomt. De eenheid van een SPSS regel is dus een vbo binnen een zorgcomplex. Wanneer een zorgcomplex uit bijv. 50 vbo's bestaat, komt de case ook 50 maal voor, met exact dezelfde verbruiksintensiteiten. Zorgcomplexen met meerdere vbo's zullen daarom de resultaten in deze paragraaf relatief sterker beïnvloeden. De reden voor deze aanpak is uitgelegd in paragraaf 6.2 onder kopje 'Systeemgrenzen labelmethodiek versus Vivef'. Deze methodiek is bewust gekozen vanwege de analyse naar labelklassen in voorgaande paragrafen. Mogelijk past deze benadering minder goed bij de uitwerking van deze paragraaf, waarbij we de labelklassen juist hebben losgelaten. Het vergt echter te veel tijd om hier enkel voor deze (extra) paragraaf verandering in aan te brengen. Wanneer hieronder

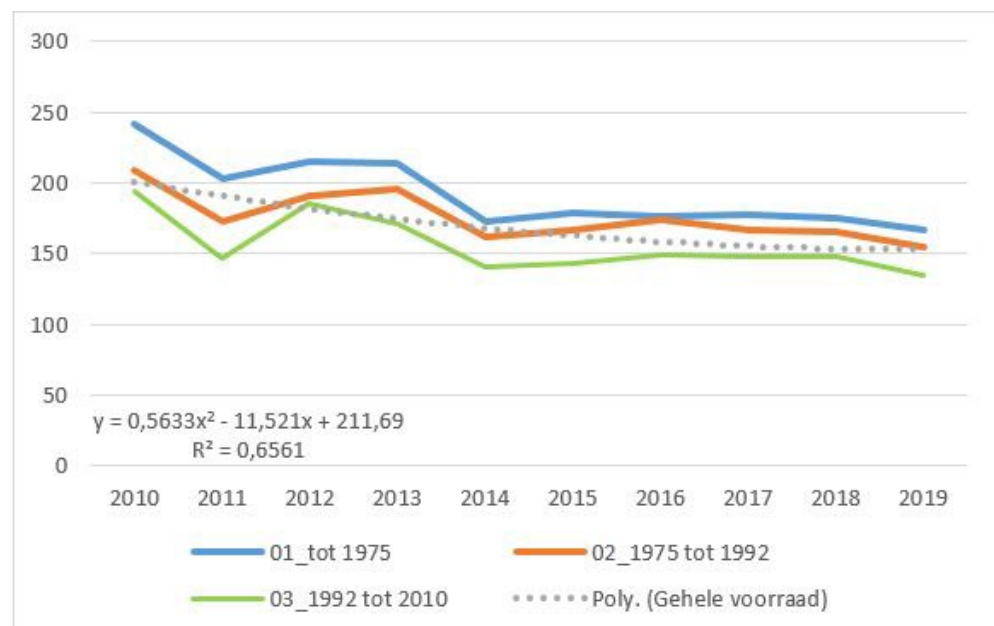
gesproken wordt over 'het aantal complexen' wordt daarom eigenlijk 'het aantal vbo's binnen complexen' bedoeld.

6.9.1 *Historische ontwikkeling werkelijk energiegebruik bestaande voorraad*

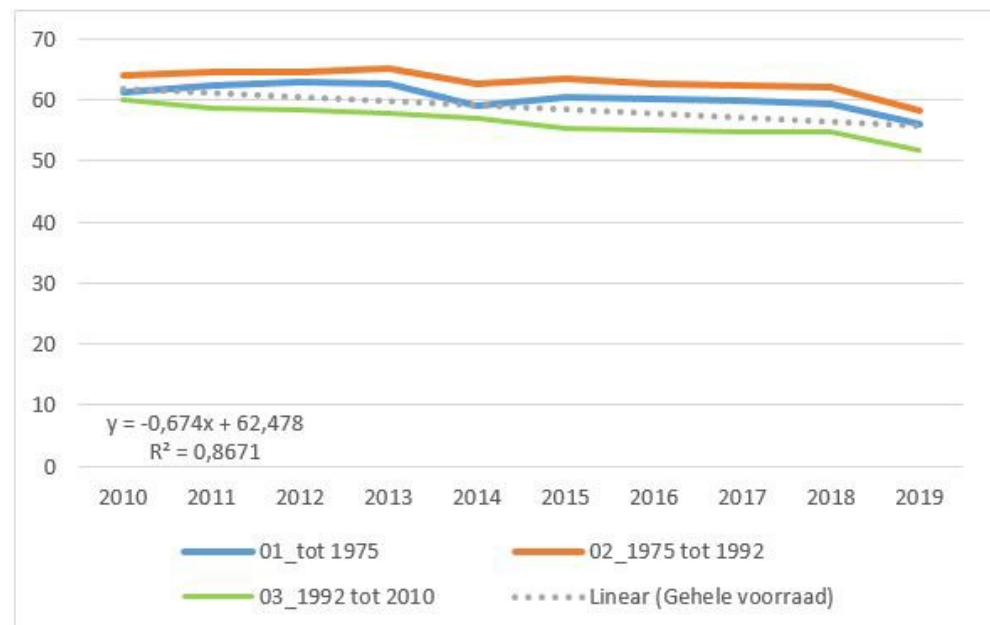
In de komende twee sub-paragrafen wordt het gemiddeld werkelijk energiegebruik van 2010 tot en met 2019 geanalyseerd, voor de bestaande zorgcomplexen die tot 2010 zijn gebouwd. 'Nieuwbouw' na 2010 is niet meegenomen. Een afname van het verbruik komt dan voornamelijk vanwege uitgevoerde renovaties. Er wordt bij de analyse een onderscheid gemaakt naar bouwjaarklassen en grootteklasse. Het gasverbruik is (op aanvraag van het andere project) nu niet gecorrigeerd voor graaddagen, maar Bijlage F toont de equivalente graaddagen-gecorrigeerde figuren en tabellen.

6.9.1.1 *Het historisch verbruik van de bestaande voorraad, naar bouwjaarklassen*

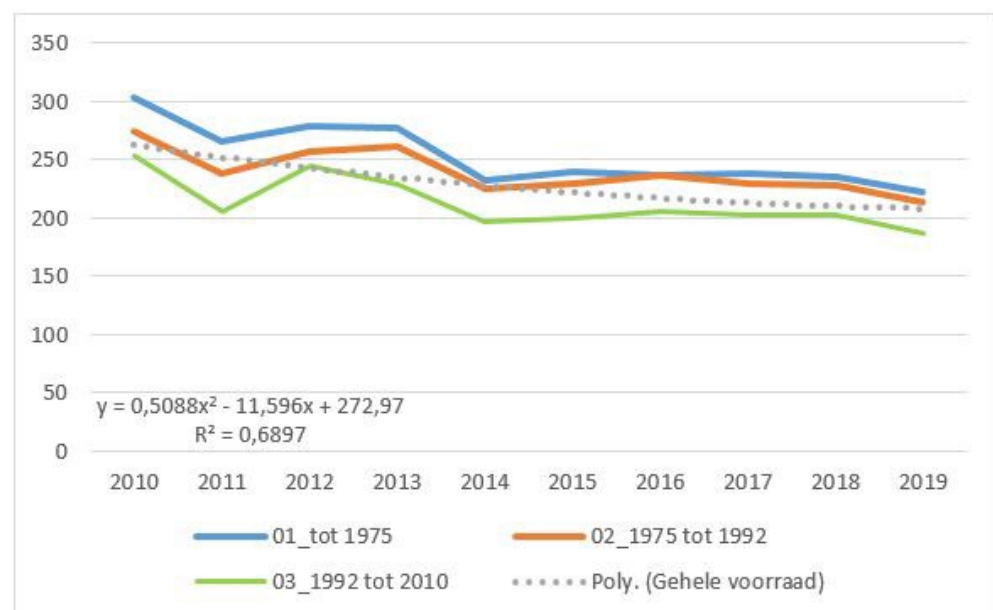
In Figuur 57 wordt de historische ontwikkeling van het gemiddeld, ongecorrigeerd, werkelijk gasverbruik weergegeven, startende vanaf 2010. Er worden hierbij drie bouwjaarklassen onderscheiden. De gestippelde grijze lijn er tussenin geeft het (trendmatig) gemiddelde voor de gehele analysepopulatie. Figuur 58 doet hetzelfde voor het elektriciteitsverbruik. In Figuur 59 zijn voorgaande twee verbruiken bij elkaar opgeteld.



Figuur 57 Historisch ontwikkeling gemiddeld, ongecorrigeerd werkelijk gasverbruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar drie bouwjaarklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie.



Figuur 58 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar drie bouwjaarklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie.



Figuur 59 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar drie bouwjaarklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie.

Uit de figuren volgt dat het gasverbruik afneemt met een recentere bouwjaarklasse. Dit geldt echter niet voor het elektriciteitsverbruik waarbij de middelste bouwjaarklasse [02_1975 tot 1992] de hoogste intensiteit heeft. Het onderlinge elektriciteitsverbruik ligt echter dicht bij elkaar dan het onderlinge gasverbruik.

Tabel 52 toont de trendmatige procentuele afname van het werkelijk verbruik in voorgaande drie figuren over de periode 2010-2019. Over deze periode is het gasverbruik van de oudste bouwjaarklasse het meest afgenomen (-27%).

Tegelijkertijd is hier het elektriciteitsverbruik, samen met de tweede bouwjaarklasse, het minst afgenomen. Omdat het gasverbruik, uitgedrukt als kWh/m², een factor 2,7 hoger ligt dan het elektriciteitsverbruik, heeft deze de grootste invloed op de reductie van het totaal energiegebruik. Gemiddeld gezien is het trendmatig totaal energiegebruik in 2019 met 21% afgenomen ten opzichte van 2010.

Tabel 52 Trendmatige procentuele afname van het verbruik in voorgaande drie figuren over de periode 2010-2019, wanneer het gasverbruik *niet* wordt gecorrigeerd voor graaddagen.

Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_tot 1975	2.976	-27%	-8%	-23%
02_1975 tot 1992	2.011	-20%	-7%	-17%
03_1992 tot 2010	5.610	-23%	-12%	-20%
Alles	10.597	-24%	-10%	-21%

Bijlage F; graaddagen gecorrigeerde resultaten

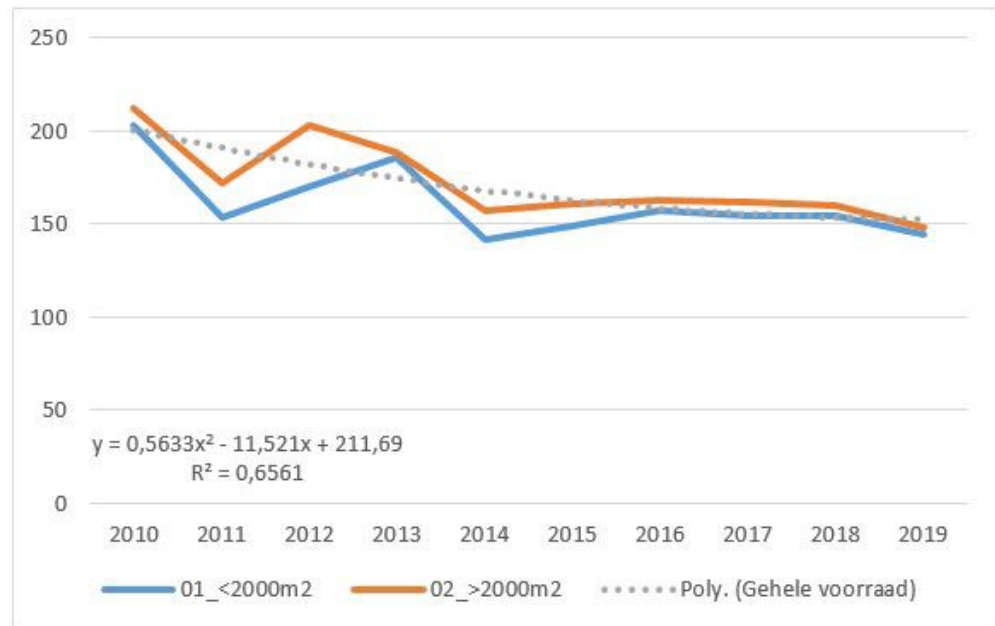
Noot dat de grilligheid in Figuur 57 voor met name de twee hoogste verbruiken afneemt wanneer *wel* voor graaddagen wordt gecorrigeerd. Ook heeft een graaddagencorrectie een relatief grote invloed op de bereikte *trendmatige* energiebesparing vermeld in Tabel 52. Deze halveert dan over de periode 2010-2019. De reden is dat een deel van de gasreductie wordt gerealiseerd door een steeds lagere warmtebehoefte. In Bijlage F zijn equivalente graaddagen-gecorrigeerde figuren en tabellen opgenomen ter vergelijking.

Invloed bezettingsgraad

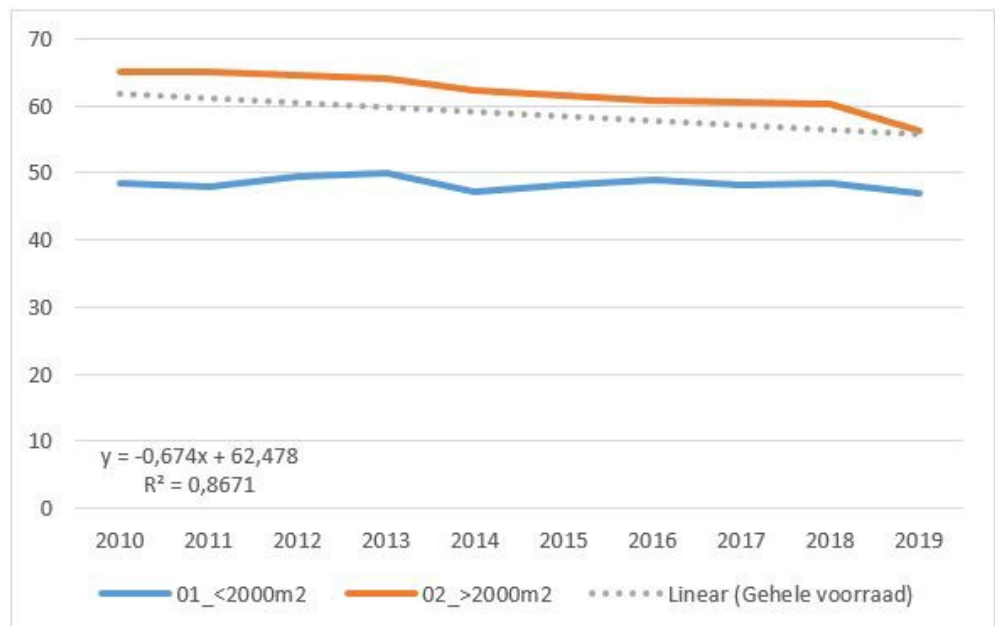
Bij de hotels bleek de factor 'bezettingsgraad' van grote invloed te zijn op deze analyse. Dit zal nauwelijks het geval zijn voorzorgcomplexen, waar de bezettingsgraad vrijwel altijd op 100% ligt (een uitzonderlijke situatie als een Corona epidemie daargelaten).

6.9.1.2 *Het historisch verbruik van de bestaande voorraad, naar grootteklassen*

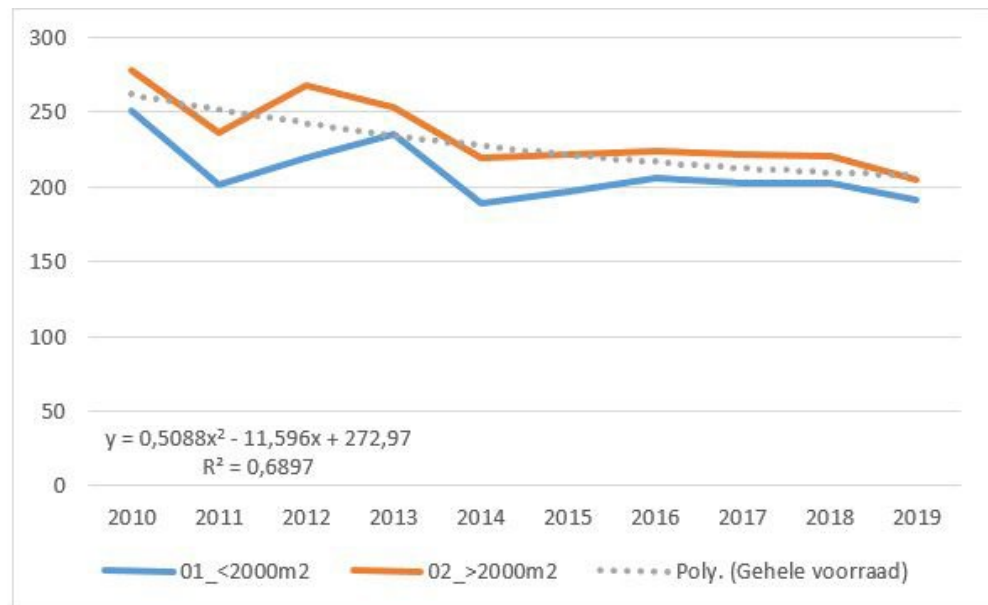
In onderstaande figuren en tabel wordt de analyse van de vorige paragraaf herhaald, maar nu met een onderscheid naar twee grootteklassen. Noot dat dit de grootteklassen is van het complex zelf, niet van een vbo binnen het complex. De gemiddelde complexgrootte voor deze populatie ligt bij 7820 m² go; de mediaan ligt bij 5962 m² go. Uit ervaring weten we dat het verbruik in dit bereik nauwelijks nog wordt beïnvloed door de grootte; daarom is de knip gelegd bij op 2000 m² go. Zie opnieuw Bijlage F voor de graaddagen gecorrigeerde resultaten.



Figuur 60 Historisch ontwikkeling gemiddeld, ongecorrigeerd werkelijk gasverbruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie.



Figuur 61 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie.



Figuur 62 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie.

Interessant is dat de variabele 'grootteklasse' nu juist een grote invloed uitoefent op het elektriciteitsverbruik, en minder van invloed is op het gasverbruik. Dit is tegengesteld aan de invloed van bouwjaarklassen. Opvallend is ook dat zowel het gas- als het elektriciteitsverbruik van de grootste grootteklasse hoger ligt ten opzichte van de kleinste grootteklasse. Mede hierdoor is de procentuele reductie van het verbruik over de periode 2010-2019 voor de grootste grootteklasse het grootst, zoals weergegeven in Tabel 53. Zie Bijlage F voor equivalente graaddagen-gecorrigeerde figuren en tabellen.

Tabel 53 Trendmatige procentuele afname van het verbruik in voorgaande drie figuren over de periode 2010-2019

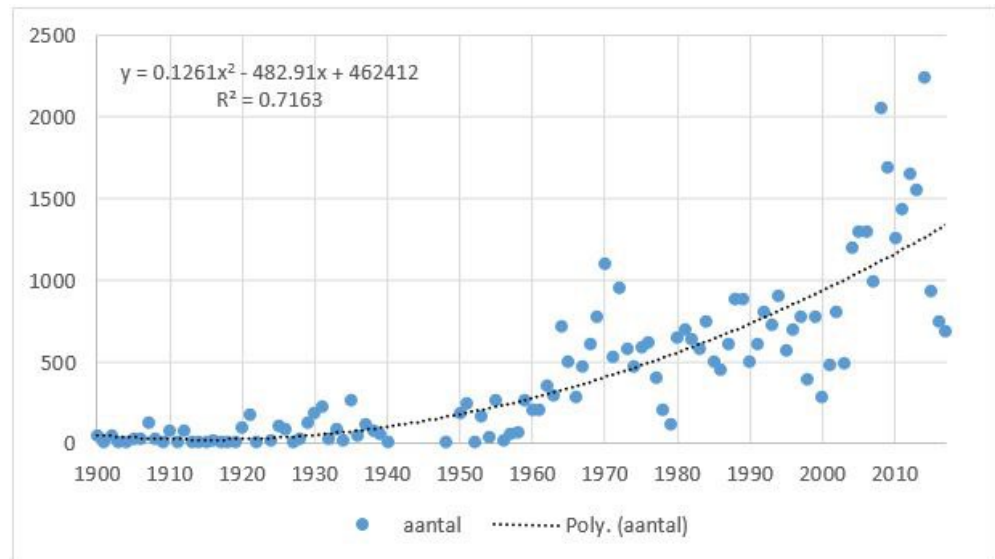
Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_ <2000m ²	2.531	-18%	-2%	-15%
02_ >2000m ²	8.066	-25%	-27%	-26%
Alles	10.597	-23%	-10%	-20%

6.9.2 *Het effect van aanscherpende bouwnormen voor nieuwbouw op het werkelijk energiegebruik*

De vorige paragraaf keek naar de invloed van enkel renovaties op intensiteiten binnen de bestaande voorraad, gebouwd tot 2010. In deze paragraaf proberen we iets te zeggen over de invloed van nieuwbouw door de jaren heen. De verwachting is dat het verbruik (trendmatig) afneemt voor recentere bouwjaar, omdat bouwnormen in de loop der tijd zijn aangescherpt. Voordat we het energetisch verbruik analyseren, kijken we eerst naar mogelijke 'structureffecten' die door de jaren heen ook zijn gewijzigd, en het verbruik zodoende mede-beïnvloedden.

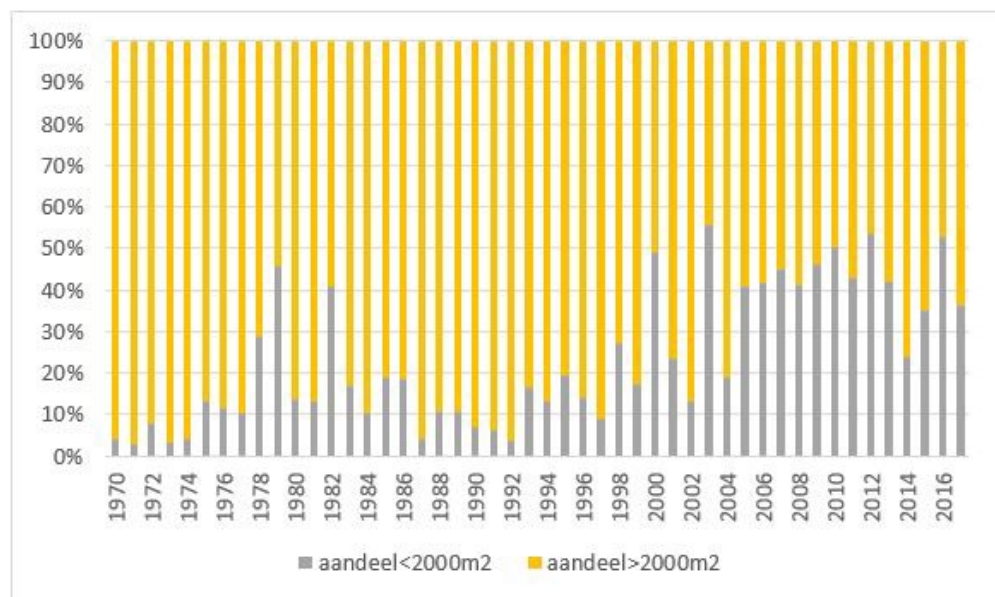
6.9.2.1 Aantal zorgcomplexen naar bouwjaar en grootte

Figuur 63 toont hoeveel zorgcomplexen er zijn per bouwjaar binnen het analysebestand, vanaf 1900. Het aantal neemt vanaf bouwjaar 1970 gestaag toe.



Figuur 63 Aantal zorgcomplexen in het analysebestand per bouwjaar

Figuur 64 toont voor de zorgcomplexen vanaf 1970 de relatieve onderverdeling naar complexen kleiner-, en groter dan 2000 m² go. Noot dat dit de grootteklassen is van het complex zelf, niet van een vbo binnen het complex (wat ook geldt voor de volgende paragraaf). Vanaf de jaren 90 lijkt het aandeel *kleinere* zorgcomplexen toe te nemen. Een trend die hierop aansluit is de stijging van het aantal particuliere verpleeghuizen, die over het algemeen wat kleinschaliger zijn ([Berenschot 2015](#)). Vanuit eerdere onderzoeken weten we dat kleinere gebouwen over het algemeen een hogere gasintensiteit hebben.

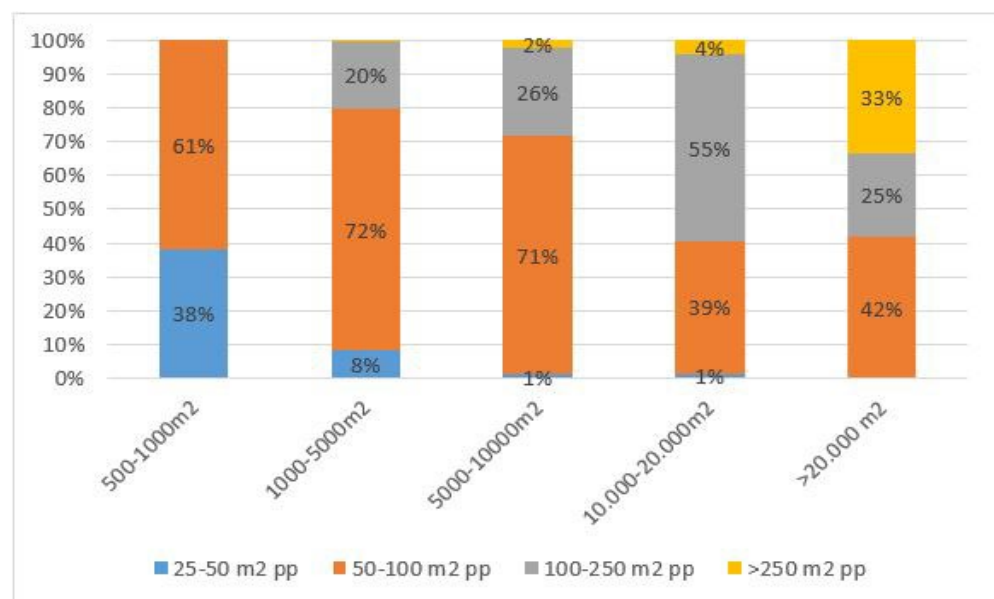


Figuur 64 Aandeel zorgcomplexen naar grootte, vanaf 1970

6.9.2.2 Relatie beschikbaar vloeroppervlak per persoon en grootte zorgcomplex

Figuur 65 toont dat bewoners over het algemeen minder vierkante 'innemen' binnen de kleinere zorgcomplexen. Ter verduidelijking; binnen zorgcomplexen met een grootte van 500 tot 1000 m² vloeroppervlak (de eerste staaf in de figuur), heeft 38% van het aantal bewoners 25-50 m² tot zijn beschikking. Dit aandeel neemt af, naarmate zorgcomplexen groter worden (de staven die volgen).

Deze vierkante meters staan overigens niet per se ter beschikking aan de bewoners⁴¹; over het algemeen krijgen bewoners namelijk juist wat *meer* privéruimte in de kleinere (verpleeg)complexen (Brenschot 2015). Deze relatief hogere (absolute) bezetting zou het elektriciteitsverbruik kunnen doen toenemen. Het effect op de gasintensiteit zou neutraal kunnen zijn, aangezien het gehele complex toch al verwarmd wordt (er is immers geen gedeeltelijke leegstand).



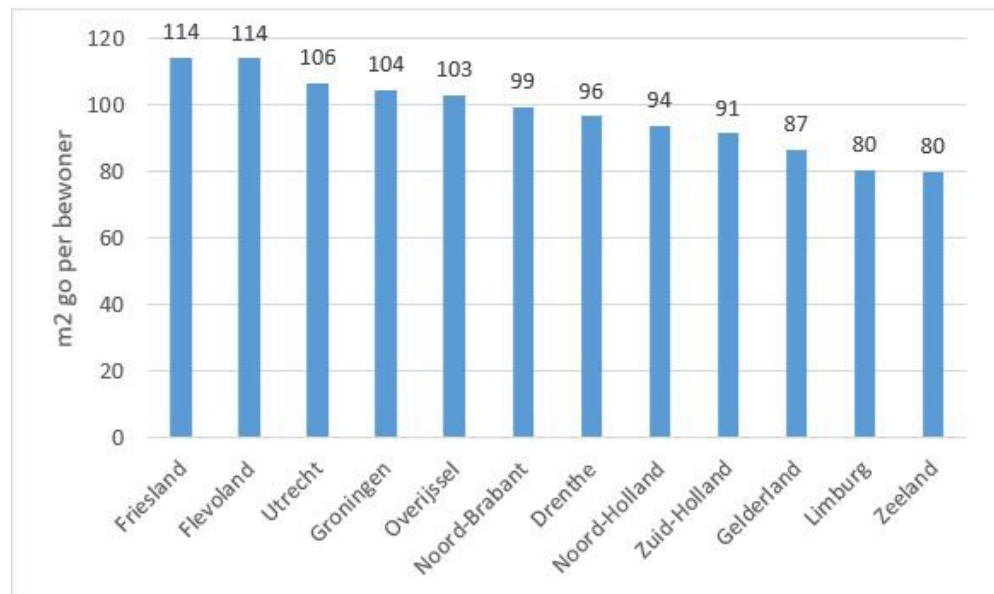
Figuur 65 Relatie beschikbaar vloeroppervlak per persoon en grootte zorgcomplex

Overigens is het gemiddeld aantal vierkante meters dat een bewoner inneemt geen constante in Nederland. Figuur 67 laat dit zien. In Friesland neemt een bewoner ruim 40% meer ruimte in, in vergelijking tot een bewoner in Zeeland⁴². Noot dat er andere factoren zijn die die verschil kunnen beïnvloeden, zoals de onderverdeling van complexen naar zorgtypen per provincie. In dit analysebestand neemt een bewoner in een:

- gehandicaptenzorginstelling gemiddeld 80 m² in (een GHZ complex is gemiddeld 3161 m² groot),
- geestelijke gezondheidszorg instelling (GGZ, 7404 m²), of in een verpleeg/verzorgingshuis (VV, 7070 m²) gemiddeld 102 m² in.

⁴¹ 'Het maximaal aantal bewoners per kamer (in het verpleegtehuis) hangt samen met de specificaties in de bouwvergunning van iedere instelling. Voor iedere persoon staat een aantal vierkante meters. Hoe die benut worden, is opgenomen in de bouwtekeningen. In een verpleeghuis is dit 22 vierkante meter per plaats. Het aantal 3 en 4 persoons kamers wordt wel verminderd, maar er is geen termijn gesteld waarbinnen alle meerpersoonskamers moeten zijn verdwenen' (patiëntenfederatie.nl). Volgens (binnenlandsbestuur.nl) is de gemiddelde grootte van een (zelfstandige) woonruimte in een verzorgings-/verpleeghuis 57 m².

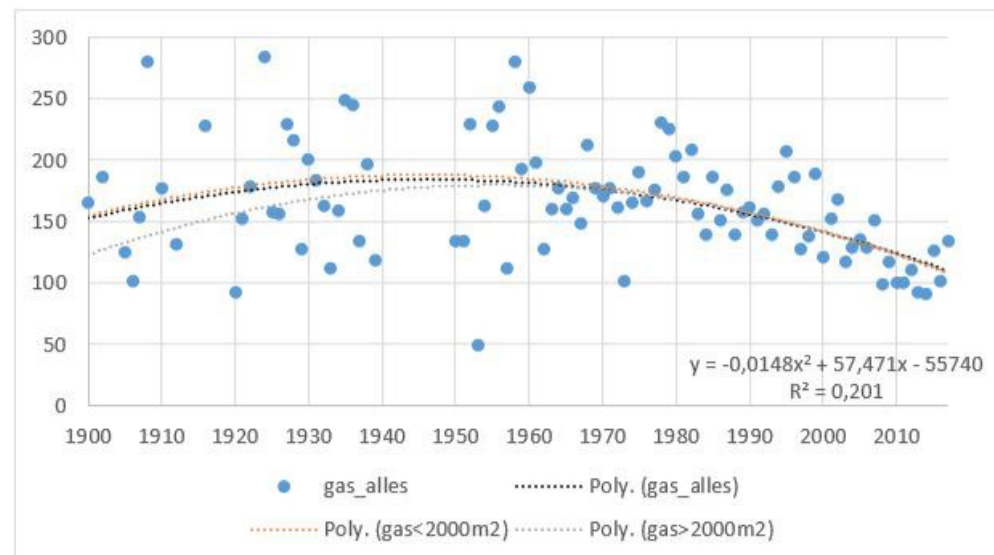
⁴² Vergelijk dit met (binnenlandsbestuur.nl), waarin per provincie een verdeling naar de grootte van wooneenheden in verzorgingshuizen wordt gegeven.



Figuur 66 Relatie beschikbaar vloeroppervlak per persoon versus grootte zorgcomplex

6.9.2.3 Werkelijk verbruik per bouwjaar

Voorgaande 'structureffecten' kunnen van invloed zijn op het gemiddeld energiegebruik van zorgcomplexen. In Figuur 67 wordt *per bouwjaar* de gemiddelde gasintensiteit in het verbruiksjaar 2018 getoond. De gehele voorraad is meegenomen waarbij het meest recente bouwjaar dat aanwezig is 2017 betreft⁴³. De zwarte stippellijn toont de trendmatige ontwikkeling naar recentere bouwjaren. De overige twee stippellijnen maken een onderscheid naar complexen kleiner dan-, en groter dan 2000 m² go.



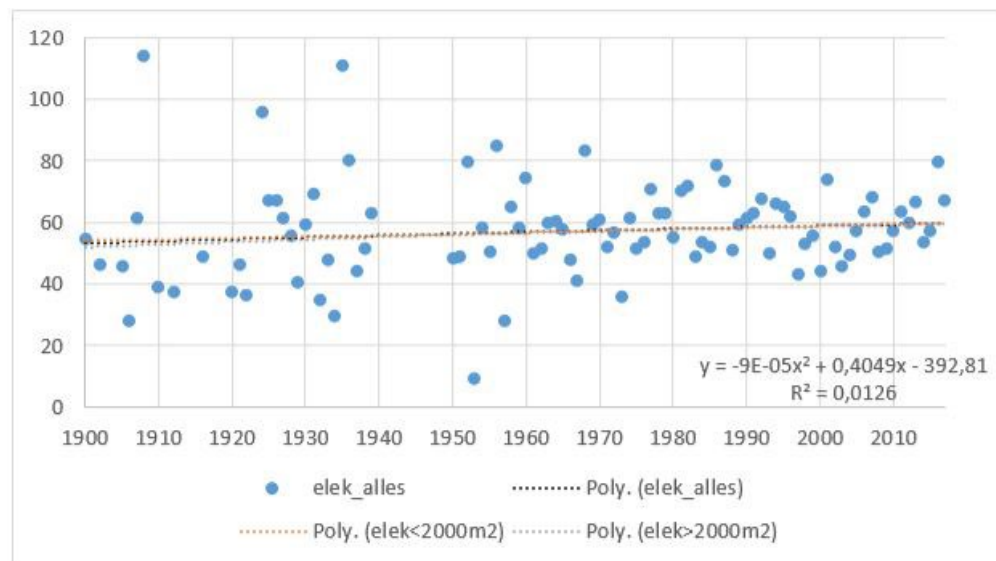
⁴³ Bouwjaren voor 1900 zijn omgezet naar 1900; wanneer de vulling van een bouwjaar minder dan 5 cases heeft, wordt deze niet meegenomen. Opvallend is dat de bouwjaren 1940 t/m 1949 niet voorkomen.

Figuur 67 Gemiddelde gasintensiteit (kWh/m²) in zichtjaar 2018, per bouwjaar, zorgcomplexen.

Observaties:

- De spreiding is tot bouwjaar 1970 relatief groot is. Dit wordt mede veroorzaakt door het feit dat het aantal cases hier laag ligt (zie Figuur 63). Een andere oorzaak kan zijn dat een deel van deze oudere complexen inmiddels gerenoveerd is (eventueel zonder uitgifte van een energielabel).
- Het trendmatig gasverbruik neemt vanaf bouwjaar 1970 gestaag af. Dit, ondanks dat het aandeel kleinere zorgcomplexen stijgt. De invloed van de groottefactor is echter nauwelijks waarneembaar.

Figuur 68 geeft hetzelfde voor de gemiddelde elektriciteitsintensiteit.

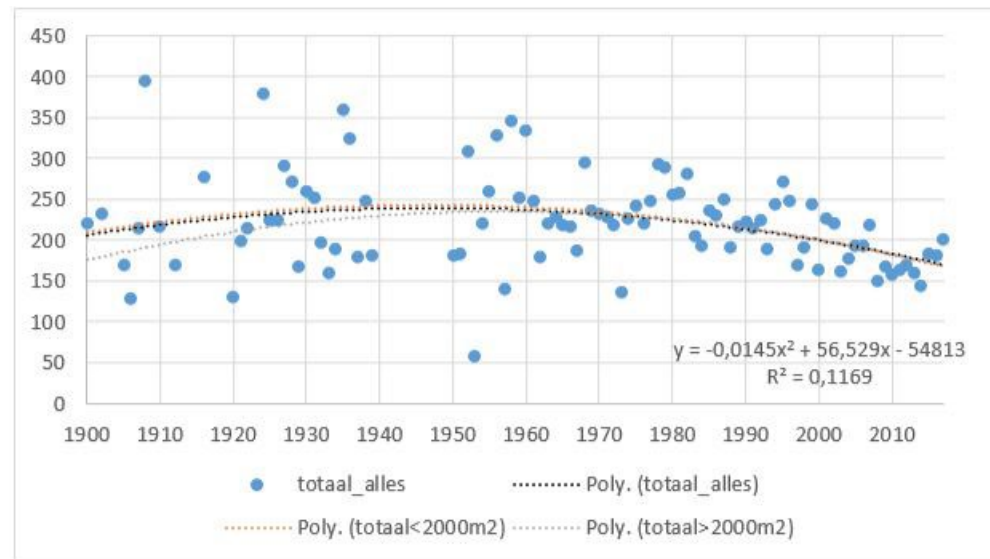


Figuur 68 Gemiddelde elektriciteitsintensiteit (kWh/m²) in zichtbaar 2018, per bouwjaar, zorgcomplexen.

Observaties:

- Opnieuw is de spreiding tot bouwjaar 1970 relatief groot, waarna deze wat afneemt.
- De trendmatige elektriciteitsintensiteit neemt langzaam toe voor recentere bouwjaren; de toename is echter relatief klein, ondanks dat de absolute bezetting toeneemt (zie Figuur 65)
- De invloed van de groottefactor is niet waarneembaar.

In Figuur 69 zijn het gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik bij elkaar opgeteld, en is rekening gehouden met eventuele saldering van eigen opgewekte elektriciteit (wanneer dit bij het CBS bekend is). Omdat het gasverbruik domineert, gelden de bij Figuur 67 gemaakte observaties.



Figuur 69 Gemiddelde totale gesaldeerde intensiteit (kWh/m²) in zichtbaar 2018, per bouwjaar, zorgcomplexen.

Tabel 54 tenslotte toont de trendmatige verandering in het verbruik voor bouwjaar 2017, ten opzichte van bouwjaar 1970⁴⁴. Het trendmatig gesaldeerd totaal energiegebruik ligt voor zorgcomplexen uit 2021 maar liefst 33% lager ten opzichte van complexen uit 1970. Dit komt geheel voor rekening van een daling van het gasverbruik. Een combinatie van renovaties, aanscherpende bouwnormen en structureffecten hebben dit mede beïnvloed.

Tabel 54 Trendmatige verandering verbruik kWh/m² in zichtjaar 2018, voor bouwjaar 2017 ten opzichte van 1970, zorgcomplexen

Bouwjaar	trendmatig gasverbruik	trendmatig elektriciteitsverbruik	trendmatig gesaldeerd totaal energiegebruik
1970	171	58	229
2021	92	61	153
2021-1970:	-79	3	-76
reductie:	-46%	5%	-33%

6.10 Samenvatting zorgfunctie

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere gebouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de zorgfunctie. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug.

De zorgfunctie omvat in deze analyse enkel Verpleging en Verzorging, Gehandicaptenzorg en Geestelijke Gezondheidszorg. Alhoewel bewoners hier overnachten, en er dus bedden aanwezig zijn, is er vanuit de labelmethodiek (meestal) sprake van de gebruiksfunctie 'zorg zonder bedgebied'. De reden is dat bewoners niet bedgebonden zijn. Ziekenhuizen vormen geen onderdeel van de onderzoekspopulatie.

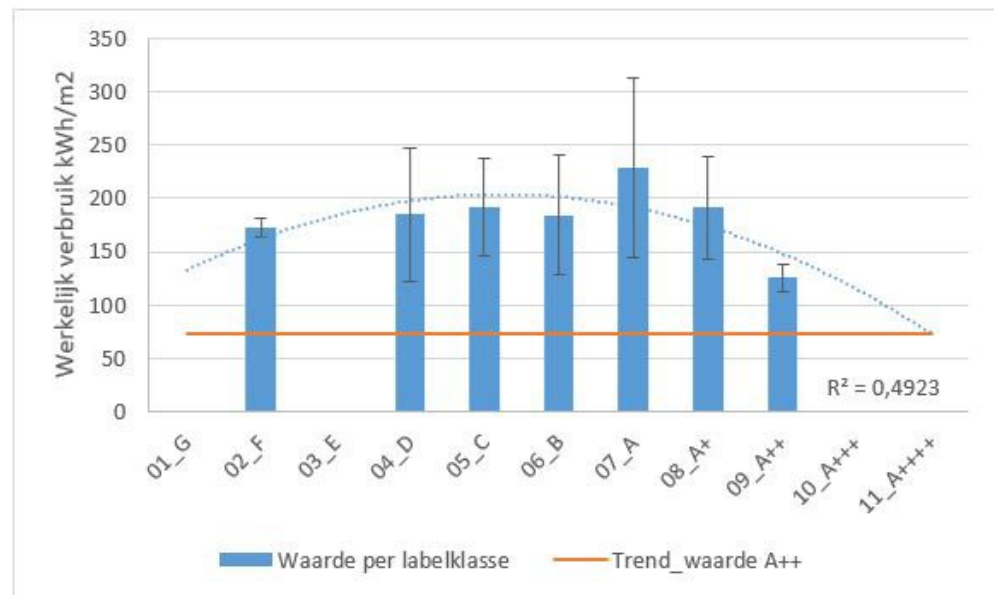
⁴⁴ Hiervoor is de data vóór bouwjaar 1970 genegeerd en wordt enkel uitgegaan van de trendmatigheid over de bouwperiode 1970 – 2021 (niet getoond).

De gerelateerde BENG2 Eindnorm ligt op 50 kWh/m². Deze valt nog net binnen label A3+, uitgaan van A4+ is daarom veiliger. Vanuit de inijkingsstudie vallen 2 cases binnen A3+; A4+ omvat geen cases.

1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?

In paragraaf 6.3.1 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. Er zijn 47.767 zorgvbo's in het CBS analysebestand beschikbaar waarvan het verbruik gevalideerd is. Noot dat dit de individuele vbo's zijn die binnen zorgcomplexen liggen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 201 kWh/m². De spreiding is, net als bij de hotels, wat minder groot in vergelijking tot andere gebouwcategorieën; we vinden een procentuele standaarddeviatie van 43%. De 5% en 95%-percentielen liggen op 74 en 360 kWh/m². In paragraaf 6.3.2 blijkt dat het verbruik naar de drie zorgtype weinig varieert; met deze reden houden we de populatie bij elkaar.

In paragraaf 6.4 is ingezoomd op 185 NTA-gelabelde cases; dit is minder dan 0,5% van de oorspronkelijke populatie. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt hier met 182 kWh/m² iets lager. Figuur 70 toont het gemiddeld werkelijk verbruik per labelklasse en de spreiding (de standaarddeviatie) hierin. Het (trendmatig) gemiddeld werkelijk verbruik voor label A4+ ligt rond de 73 kWh/m². Dit is de labelklasse die we hebben gerelateerd aan voorgestelde BENG2 Eindnorm van 50 kWh/m². Het verloop (of het uitblijven) van de trendlijn, mede door een gebrek aan NTA-gelabelde zorgcomplexen, geeft aan dat een individueel zorgcomplex met dit werkelijk verbruik niet met een grote zekerheid in labelklasse A4+ kan eindigen.



Figuur 70 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie; herhaling van Figuur 52.

2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

Voor de zorgfunctie hebben we eenvoudigweg te weinig NTA gelabelde cases om de invloed van gebouwtype, oppervlakteklasse en energielabel op het

energiegebruik statistisch te onderzoeken. We kunnen echter met de opgedane kennis en kijkende naar standaarddeviaties en trendmatigheden redelijk goed inschatten welke van de (beschikbare) onafhankelijke variabelen, in welke (relatieve) mate, het totaal verbruik beïnvloeden:

- Op basis van de gehele populatie (inclusief niet-gelabeld) lijkt het zorgtype weinig van invloed op het totaal verbruik.
- De grootteklasse gaf over het algemeen, net als bij voorgaande gebouwcategorieën, een afnemende invloed op het totaal verbruik. Er is een vermoeden dat de grootste zorgcomplexen het totaal verbruik per m² weer omhoog stuwden, mede door een drastisch hogere elektriciteitsintensiteit.
- De labelklasse gaf geen logische trendmatigheid; zie bovenstaande figuur.
- De bezettingsgraad zal niet van invloed zijn aangezien zorgcomplexen over het algemeen een wachtlijst hebben en dus voor 100% bezet zijn.

Via de EML database is via een MLRA geanalyseerd of het energiegebruik significant beïnvloed wordt door het hebben van (1) meerdere verdiepingen (waarbij liften een rol gaan spelen) en/of (2) een zwembad. Deze variabelen zijn niet echt onafhankelijk aangezien ze vaker voorkomen wanneer het gebruiksoppervlak toeneemt. Uiteindelijk verklaren ze de spreiding in het *totaal* energiegebruik in beperkte mate. Hierbij dient te worden aangegeven dat de populatie met een zwembad beperkt was.

3 Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik in kWh per m², bij de voorgestelde BENG2 Eindnorm.

Idem aan de hotelfunctie: deze tabel kan voor de zorgcomplexen niet geproduceerd worden door gebrek aan beschikbare data. Eerst zal de gelabelde voorraad moeten toenemen en aanvullende variabelen beschikbaar moeten komen. De grootte van de gelabelde voorraad is echter niet het enige probleem. De labelmethodiek kijkt op een eigen wijze naar de fysieke grenzen van gebouwen. Deze kan afwijken van de (CBS) systematiek om gebouwoppervlakte te matchen aan gas- en elektriciteitsmeters. Deze mismatch komt vaker voor, naarmate gebouwen groter/complexer worden. Een aanvullend issue is dat het niet altijd onomstotelijk duidelijk is welke gebruiksfunctie vanuit de labelmethodiek en/of vanuit de BAG aan een gebouw zou moeten worden toegekend. Bij zorgcomplexen lijkt deze typering extra lastig te zijn, gezien het feit dat het CBS de typering mede bepaalt op basis van het percentage bewoners dat tot één van deze drie zorgsectoren gerekend wordt.

4 Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 Eindnorm 'als bovenwaarde zal hebben'.

Met dezelfde redenen is ook deze tabel niet geproduceerd.

❖ *Het historisch energieverbruik en de invloed van bouwjaren, paragraaf 6.9*

Aanvullend op het beantwoorden van de onderzoeksvragen is voor zorgcomplexen gekeken naar de ontwikkeling van het historisch energieverbruik. Het totaal verbruik van de bestaande voorraad met een bouwjaar tot 2010 neemt trendmatig (graaddagen-gecorrigeerd) met 11% af over de periode 2010-2019. Dit lijkt wat

minder te zijn in vergelijking tot de hotels en de winkels. De twee onderscheiden bouwjaarklassen lijken het gasverbruik relatief sterk te beïnvloeden, terwijl de twee onderscheiden grootteklassen dit juist met het elektriciteitsverbruik doen, en dan in sterkere mate.

Ook is gekeken naar de gemiddelde intensiteit in het verbruiksjaar 2018, als functie van het originele bouwjaar. De trendmatige gasintensiteit neemt met een recenter bouwjaar sterk af, terwijl de elektriciteitsintensiteit juist licht toeneemt. Deze trendmatigheden zagen we ook bij de winkels-*nonfood* en de hotels, alleen dan in een andere mate. De resultante van deze twee, en het feit dat het gasverbruik sterk dominant is, maakt dat het (trendmatig) totaalverbruik voor een zorgcomplex uit 2017 maar liefst 33% minder energie gebruik dan een complex uit 1970 (over verbruiksjaar 2018).

Via extrapolatie is iets te zeggen over hoe een gehele bouwcategorie het door de jaren heen doet. Een vertaalslag naar individuele situaties blijft lastig gezien de in dit hoofdstuk gevonden bandbreedtes.

7 De sportfunctie

7.1 Leeswijzer

Het CBS heeft voor de sportfunctie een analysebestand beschikbaar met daarbinnen diverse 'sub-functies', zoals zwembaden, fitness en zaalsport. Deze data is ook verwerkt in een online dashboard. In Hoofdstuk 3 wordt bij de winkelanalyse verwezen naar Bijlage B waarin het zogenaamde CBS 'Retail' databestand wordt toegelicht. Deze bijlage zal in grote lijnen ook van toepassing zijn op de databestanden die voor de overige gebouwcategorieën zijn gebruikt. Enkele door CBS gekoppelde databronnen en ingestelde kwantitatieve filters kunnen echter afwijken. Een aantal belangrijke aspecten die afwijken voor deze gebruiksfunctie is verwoord in paragraaf 7.2. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in paragraaf 2.2.

- Paragraaf 7.3 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: 'Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen'.
- Paragraaf 7.4 selecteert hieruit de NTA gelabelde voorraad en vult het antwoord aan door het verbruik per labelklasse te analyseren. Ook de bijbehorende spreidingsmaten worden gegeven.
- Paragraaf 7.5 geeft inzicht in de invloed van grootteklassen.
- Paragraaf 7.6 analyseert, waar mogelijk, het verbruik van labelklassen binnen grootteklassen.
- Paragraaf 7.7 tenslotte beantwoordt in de vorm van een samenvatting de onderzoeksvragen met de resultaten uit voorgaande paragrafen. Ook legt deze paragraaf uit waarom de vierde onderzoeksvraag niet beantwoord kan worden.

7.2 Inleiding

Door CBS onderscheiden 'gebouwtypen'

Het CBS dashboard 'Energieverbruik sportvastgoed, 2018' (CBS, 2020b) is het startpunt voor deze analyse. Een energiegebruik per m² vloeroppervlak wordt enkel gegeven voor binnensportcomplexen, waarbij de volgende zeven typen worden onderscheiden:

- 1 Indoor biljart/bowlen/kegelen
- 2 Indoor fitness
- 3 Indoor paardensport
- 4 Indoor zwembaden
- 5 Sporthal met zaalsport en zwembad
- 6 Sporthal met zaalsport
- 7 Sporthal met overige sporten.

De Technische Toelichting binnen het Dashboard legt uit dat dit sportcomplexen zijn, bestaande uit één of meerdere BAG verblijfsobjecten, en dat de sportcomplexen zijn geïdentificeerd 'op basis van 'het Databestand SportAanbod (DSA) van het Mulier Instituut'. De toelichting geeft aan welke individuele sporten hier onder geschaard worden. Ook wordt uitgebreid ingegaan op de situaties die

juist *niet* zijn meegenomen, bijv. : 'Sportlocaties die onderdeel zijn van complexen met een onderwijsfunctie worden niet meegenomen. Gymlokalen bij onderwijsgebouwen delen vaak aansluitingen met de onderwijsgebouwen en zijn daardoor tot de populatie onderwijscomplexen gerekend (brede scholen)'.

De gebruiksfunctie 'Sport' in ISSO 75.3, NEN 7120 en NTA 8800

'Sport matig verwarmd' heeft altijd dezelfde EPC-eisen gehad als 'sport, anders dan matig verwarmd'. In Bouwbesluit 2012, NEN 7120 en NTA 8800 wordt geen onderscheid gemaakt tussen deze twee. Voor bestaande bouw (ISSO 75.3 / basismethode; t/m 2020) wordt dat nog wel gedaan. Buitensport heeft geen gebouw voor de sport zelf. Wel voor de kleedkamers en kantine. Die vallen respectievelijk onder sport en bijeenkomst.

Populatiegrootte en NTA gebruiksfuncties

De gehele gevalideerde populatie omvat 4.470 vbo's binnen de sportcomplexen. Hiervan heeft in eerste instantie ruim 9% een NTA-label gekregen; zie Tabel 55. Van deze 417 gelabelde cases, hebben 323 cases (77%) de NTA sport gebruiksfunctie gekregen.

Tabel 55 Aantallen vbo's binnen sportcomplexen in het CBS analysebestand en het gelabelde aandeel hierbinnen naar NTA gebruiksfuncties

<i>filter:</i>		CBS gevalideerd maar geen stadsverwarming	
Omschrijving	aantal	% van totaal gevalideerd	
Totale gevalideerde populatie	4.470	100%	
Totaal gelabeld	417	9,3%	
Gelabeld met gebruiksfunctie	aantal	% van totaal gevalideerd	% van totaal gevalideerd en NTA gelabeld
sport	323	7%	77%
winkel	30	0,7%	7%
bijeenkomst zonder kdv	28	0,6%	7%
kantoor	27	0,6%	6%
bijeenkomst met kdv	4	0,09%	1,0%
onderwijs	3	0,07%	0,7%
zorg zonder bed	2	0,04%	0,5%

Systeemgrenzen labelmethodiek versus CBS-Vivet

In Bijlage B.5.2 wordt uitgelegd dat de systeemgrenzen van een gebouwencomplex binnen het CBS analysebestand niet altijd overeenkomt met de fysieke grenzen waar het label voor is afgegeven. Tabel 56 geeft hier inzicht in; voor 87% van de overgebleven cases blijkt dat het CBS-gebouwcomplex en het labelcomplex bestaan uit exact dezelfde BAG pand/vboid's waar we mee verder gaan (de gele cellen in de tabel).

Tabel 56 Vergelijk systeemgrenzen van afgegeven labels en van CBS gebouwcomplexen. Enkel de situaties waarbij het afgegeven label en het CBS-gebouwcomplex uit dezelfde BAG panden/vboid's bestaan gaan mee de analyse in (de gele cellen).

Situatie systeemgrenzen NTA versus CBS:	Aantal vbo's binnen de panden, die zich binnen de complexen bevinden						Totaal	% van totaal aantal cases:
	1	2	3	4	5	6-168		
aantal vboids label-complex = aantal vboid CBS-complex	194	38	10	10	4	26	282	87%
aantal vboids label-complex > aantal vboids CBS-complex	0	3	0	0	0	1	4	1%
aantal vboids label-complex < aantal vboids CBS-complex	7	15	4	0	0	11	37	11%
Totaal aantal cases:	201	56	14	10	4	38	323	100%

Deze door CBS geconstrueerde complexen bestaan uit BAG panden, waarbinnen zich BAG vbo's bevinden. Bij de logies- en zorgfunctie was aangegeven dat voor verreweg de meeste cases die nu meegaan (de gele cellen in Tabel 56) geldt dat het complex zelf uit slechts één BAG pand bestaat. Dit, om aan te geven dat de reikwijdte van de analyse hiermee gelimiteerd is en slechts de eenvoudige situaties betreft. Voor de sportfunctie is dit (door het CBS) niet bepaald. Als alternatief wordt aangegeven hoeveel vbo's zich bevinden binnen de panden, die zich weer binnen de CBS-complexen bevinden. Dit klinkt wat ingewikkeld maar dient uiteindelijk hetzelfde doel: Tabel 56 toont aan dat voor 194 (68%) van de sportcomplexen die nu meegaan geldt dat ze uit één of meerdere BAG panden bestaan, die zelf slechts één BAG vbo bevatten. Waarschijnlijk bestaan ze allen slechts uit één BAG pand (met dus één BAG vbo), maar dit kan nu niet worden bewezen.

Tabel 57 toont dat tweederde van deze voorraad bestaat uit 'sporthallen met zaalsport' en 27% uit fitnesslocaties. De overige vijf typen zijn sterk ondervertegenwoordigd; 'indoor paardensport' is niet beschikbaar.

Tabel 57 NTA gelabelde voorraad naar type sportcomplex

Type sportcomplex	aantal	% van Totaal
1_indoor zwembad	2	1%
2_sporthal met zwembad	4	1%
3_indoor biljart/bowlen/kegelen	3	1%
4_indoor paardensport	0	0%
5_indoor fitness	77	27%
6_sporthal met zaalsport	187	66%
7_sporthal met overige sporten	9	3%
Totaal	282	100%

A_plusjes vanuit ISSO/NEN toevoegen

In het CBS analysebestand zijn vanuit de voormalige ISSO/NEN labels geen "A_met_plusjes" om eventueel toe te voegen als indicatief NTA label.

BENG2 Eindnorm 2050

De gerelateerde BENG2 Eindnorm ligt op 90 kWh/m². Deze valt binnen label A++ welke loopt van 70 t/m 105 kWh/m². We gaan daarom uit van A++, waarmee het

deel dat een verbruik heeft van 90 t/m 105 kWh/m² de Eindnorm nog niet heeft gehaald. Tabel 60 in paragraaf 7.4 toont dat 10 cases hier al aan voldoen.

Relevante informatie uit eerdere en andere onderzoeken

In (Sipma & Rietkerk, 2016) is het werkelijk verbruik van sport eerder geanalyseerd. Op basis van 4200 (analyse gasverbruik) en 5200 (analyse elektriciteitsverbruik) sport-vbo's, en rond de 570 zwembaden-vbo's waren toen de gemiddelde intensiteiten van Tabel 58 gevonden. De blauwe arcering in de cellen geeft de relatieve hoogte van de intensiteiten, ten opzichte van de toen geanalyseerde 23 gebouwtypen⁴⁵. Hiermee valt het relatief hoge gasverbruik voor zwembaden op; maar ook het elektriciteitsverbruik kan relatief hoog zijn. Zwembadwater kan zowel met een gastoestel verwarmd worden, als met een elektrische warmtepomp ([PoolPlaza | Zwembad verwarming](#)). Noot dat de systeemgrenzen en brondata toen anders waren.

Tabel 58 Eerdere gevonden intensiteiten voor sport- en zwembad-bvo's (Sipma & Rietkerk, 2016)

#	Branche en/of rubriek	Gebouwtype	ongewogen			gewogen		
			Gas-intensiteit kWh/m ²	Elek-intensiteit kWh/m ²	Totaal kWh/m ²	Gas-intensiteit kWh/m ²	Elek-intensiteit kWh/m ²	Totaal kWh/m ²
17	sport	sportaccommodatie binnen	153	63	216	118	60	178
19	sport	zwembad	499	136	635	382	97	479

De ([milieubarometer.nl](#)) geeft voor 'binnensport', 'sportverenigingen' en 'zwembaden' vanuit energiescans inzicht in diverse typen energie-intensiteiten. De grootte van de steekproef wordt hierbij niet gegeven.

Teruglevering van elektriciteit bij zwembaden

Dezelfde bron geeft aan dat er veel zwembaden met een WKK-installatie zijn uitgerust. Dit betekent dat teruglevering van elektriciteit mogelijk relatief belangrijk is. In Bijlage B.4 is aangegeven dat teruglevering nu nog niet goed in het CBS analysebestand verwerkt is. Voor de huidige analyse vormt dit geen issue aangezien (1) in de nu gekoppelde NTA gelabelde voorraad geen wkk's voorkomen, en (2) er slechts 2 'indoor zwembaden' en 4 'sporthallen met zwembad' voorkomen binnen de 282 te analyseren cases (zie Tabel 57).

eLoket EML-lijst

De relevante EML lijst omvat 'Sport en recreatie'. Voetnoot 46 geeft de reikwijdte van de lijst weer, die vanwege de aanvulling 'recreatie' veel breder is. Vanuit eLoket wordt mogelijk inzicht verkregen in de volgende voor dit onderzoek relevante aspecten:

⁴⁵ Waarbij het 24^{ste} gebouwtypen, 'datacenters', voor dit vergelijk is verwijderd. Dit zou het relatieve elektriciteitsverbruik sterk vertekenen.,

⁴⁶ Systeemgrenzen EML lijst: 'Het gaat om bijvoorbeeld vakantie- en recreatieparken, campings, zwembaden, sporthallen, sportzalen, ijsbanen, sauna's en sportvelden en combinaties daarvan. Ook gaat het om inrichtingen voor de verhuur van vakantiehuisjes en appartementen, vakantiecampen, groepsaccommodaties, jeugdherbergen (SBI 55.2), overige logiesverstrekking (SBI 55.9), fitnesscentra (SBI 93.13), sportscholen (SBI 93.14.6); stadions, autosport zoals kartbanen, racebanen, crossterreinen (SBI 93.12.7), jachthavens (SBI 93.29.1), poppodia (SBI 90.01), theaters, schouwburgen en evenementenhallen (SBI 90.04), productie en distributie van films en televisieprogramma's, maken en uitgeven van geluidsopnamen, bioscopen (SBI 59), fotografie en foto-ontwikkeling (laboratoria) (SBI 74.2).'

- In werking hebben van een roltrapsysteem (code FD)
- In werking hebben van een grootkeuken (code FG)
- In werking hebben van een zwembassin (code FE).

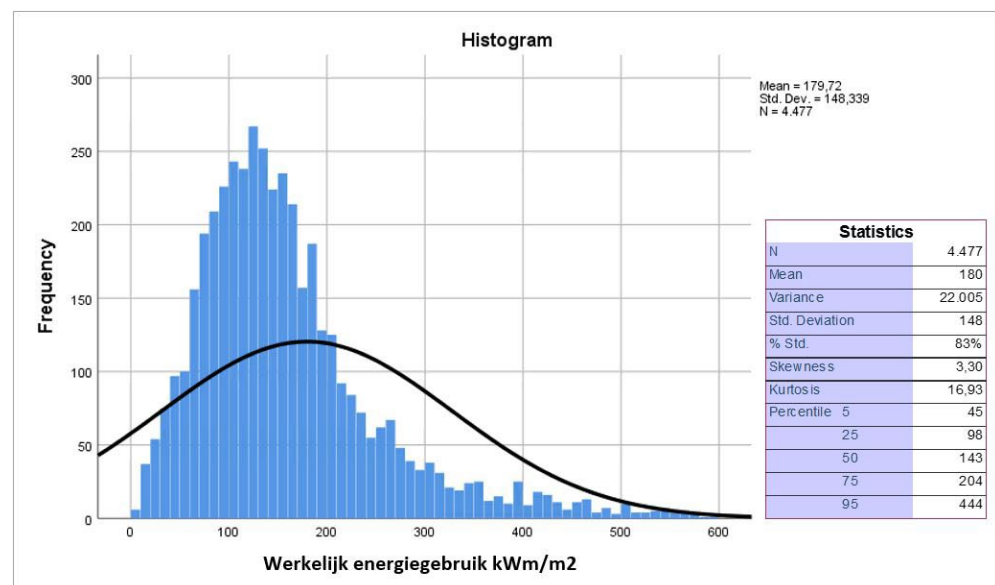
Uit de vorige gebouwcategorieën is naar voren gekomen dat het hebben van een roltrapsysteem of een grootkeuken het totaal energieverbruik, mede door de relatie met de grootteklasse, niet wezenlijk beïnvloedt. Zwembaden worden al geïdentificeerd vanuit de CBS data. Met deze redenen slaan we deze analysestap voor de sportfunctie over⁴⁷.

7.3 Verbruik gehele CBS populatie

7.3.1 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding, gehele populatie

De gehele valide voorraad omvat 4.477 cases. Figuur 71 toont de frequentietabel voor het werkelijk (gesaldeerd) verbruik van deze CBS populatie, excl. warmtelevering. Hierbij is dus zowel de gelabelde- als de niet gelabelde voorraad meegenomen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 180 kWh/m².

De zwarte lijn wordt door SPSS ingetekend en toont de ideale normaalverdeling. De procentuele standaarddeviatie ligt met 83% relatief hoog. Dezelfde hoge waarde hadden we bij de winkels in paragraaf 3.2 ook gevonden.



Figuur 71 Histogram werkelijk verbruik sportfunctie voor de gehele beschikbare populatie en de gerelateerde spreidingsmaten

De populatie heeft een gemiddelde grootte van 1.730 m²; de mediaan ligt op 932 m². De 1%- en 99%-percentielen liggen op respectievelijk 93 en 10.474 m².

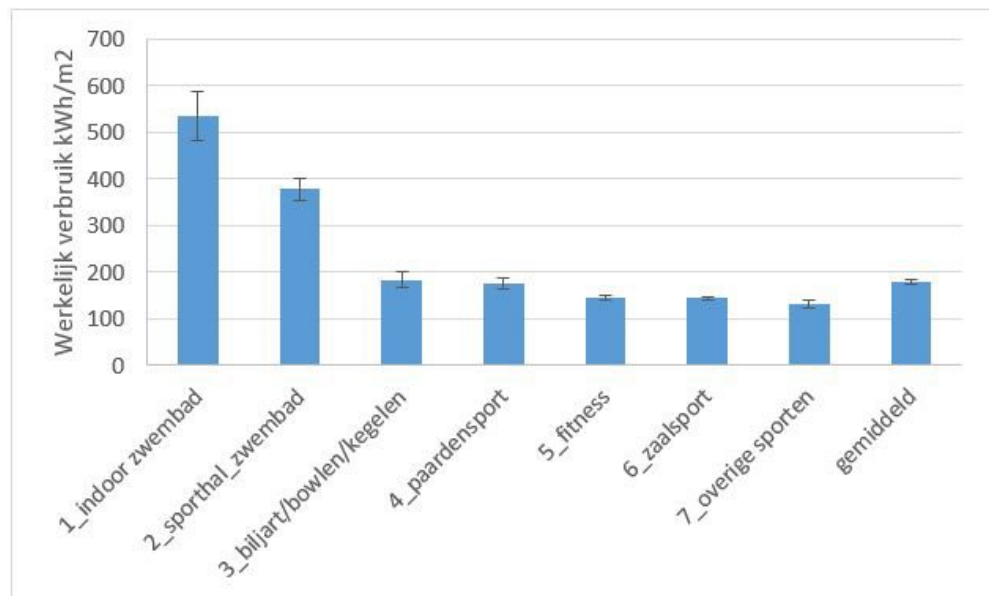
⁴⁷ Bij de zorgfunctie in het vorige hoofdstuk, hebben we besloten de EML lijst niet meer aan de CBS database te koppelen. De reden hierachter was dat dan veel cases zouden afvallen, vanwege de specifieke wens in te zoomen op de NTA-gelabelde voorraad. Wanneer (in de toekomst) de EML data wel verder wordt geanalyseerd, is het een aanbeveling om de lijst te voorzien van een extra variabele die per ingevoerde case aangeeft tot welke sport- en recreatie-subtype het behoort.

7.3.2 Verbruik naar sporttypen, gehele voorraad

Tabel 59 toont het gemiddelde verbruik per type sportcomplex. Ook de spreidingsmaten worden gegeven en de gemiddelde waarde voor de grootte en het bouwjaar van het complex en het aantal vbo's per pand. Figuur 72 geeft het gemiddeld verbruik visueel weer, inclusief het 90% betrouwbaarheidsinterval (90% BI).

Tabel 59 Het verbruik per type sportcomplex (kWh/m²), inclusief spreidingsmaten en gemiddelde waarden voor aanvullende gebouwkenmerken.

CBS sporttype	aantal CBS complexen	gemiddeld verbruik kWh/m ²	factor gemiddeld verbruik kWh/m ² tov gemiddelde	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per pand
1_indoor zwembad	167	536	3.0	484	588	341	64%	1,866	1978	3
2_sporthal met zwembad	322	379	2.1	355	402	212	56%	5,081	1982	3
3_indoor biljart/bowlen/kegelen	306	184	1.0	166	201	157	86%	1,337	1958	1
4_indoor paardensport	202	176	1.0	165	188	84	48%	1,168	1949	6
5_indoor fitness	1,332	146	0.8	141	151	85	58%	1,149	1970	7
6_sporthal met zaalsport	1,954	144	0.8	141	147	60	42%	1,532	1979	2
7_sporthal met overige sporten	194	132	0.7	124	140	57	43%	3,250	1984	3
gemiddeld	4,477	180	1.0	175	184	148	83%	1,731	1974	4



Figuur 72 Het verbruik per type sportcomplex (kWh/m²) van Tabel 59 weergegeven, met de 90%BI.

Uit voorgaande volgt dat met name het gemiddelde verbruik van zwembaden een stuk hoger ligt (#1 & #2). Het verbruik van '3_indoor biljart/bowlen/kegelen', onderscheidt zich niet significant van '4_indoor paardensport', maar gezien het totaal andere sporttype met ander faciliteiten ligt het niet voor de hand deze twee te combineren tot één subpopulatie. De laatste drie typen, '5_fitness, 6_sporthal met zaalsport' en '7_sporthal met overige sporten' combineren we wel voor de labelanalyse in de volgende paragraaf. Hiermee houden we 273 gelabelde sportcases over (zie Tabel 57) die we omschrijven als 'fitness en sporthallen'.

Een inschatting op basis van (gewogen) standaarddeviaties is dat deze variabele de spreiding in het verbruik voor maximaal 37% verklaart. We concluderen hiermee dat het *type* sport een grote invloed heeft op het gemiddeld verbruik, maar dat deze voornamelijk afkomstig is vanuit het feit dat de zwembaden zijn meegenomen. Een

aanbeveling is daarom, wanneer de databeschikbaarheid in de toekomst toeneemt, de zwembaden gescheiden van de andere sporttypen te analyseren.

7.4 Labelklassen individueel geanalyseerd

Tabel 60 toont voor de gelabelde sportpopulatie, per labelklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. Daarna volgt informatie over de gemiddelde grootte van zorgcomplexen binnen de labelklasse, het gemiddeld bouwjaar, het gemiddeld aantal vbo's per complex, de gemiddelde vormfactor (voor uitleg zie paragraaf 5.2) en de gemiddelde U-waarde van de schil⁴⁸. De gewogen procentuele standaarddeviatie doet vermoeden dat de labelklasse minder dan 9% van de spreiding verklaart (zie voetnoot 20).

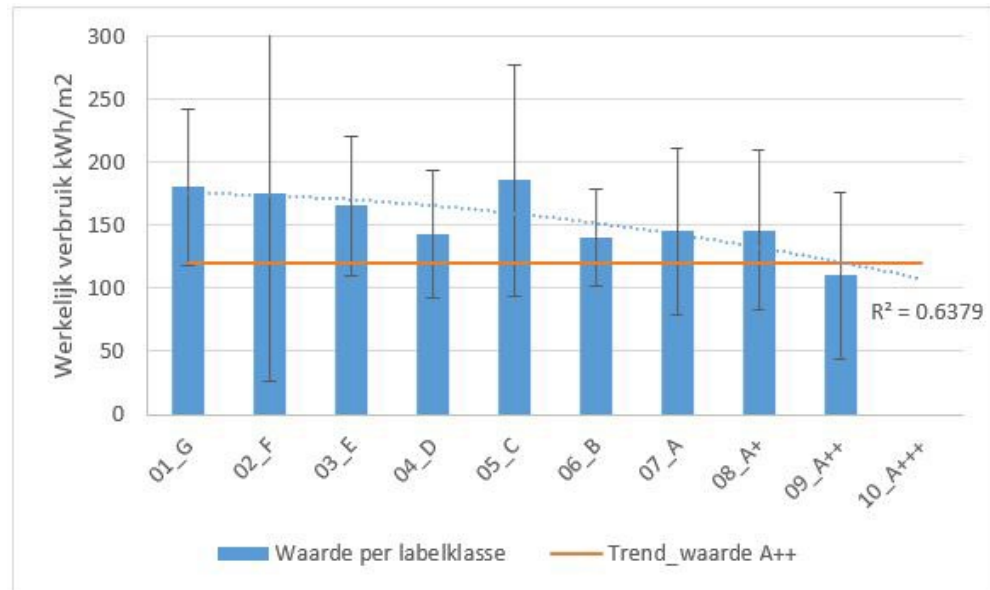
De laatste rij toont dat het gemiddeld verbruik voor de gelabelde voorraad ongeveer 10% lager ligt in vergelijking tot de waarde voor de gehele voorraad (zie vorige paragraaf). Het gemiddeld bouwjaar is ongeveer hetzelfde, maar de gemiddelde grootte ligt een stuk lager, net als het aantal vbo's per complex. De

Tabel 60 Resultaten voor de gelabelde sportpopulatie naar labelklassen

Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	53	180	163	197	62	34%	485	1967	1.00	2.8	1.8
02_F	20	175	105	244	149	85%	680	1973	1.00	2.6	1.6
03_E	32	166	146	185	55	33%	668	1967	1.09	2.5	1.4
04_D	23	143	121	165	50	35%	1,095	1978	1.00	2.3	1.1
05_C	41	186	157	215	92	49%	716	1949	1.02	2.4	1.0
06_B	21	140	123	158	38	27%	825	1976	1.00	2.4	0.7
07_A	28	145	120	171	66	45%	1,966	1985	1.18	2.1	0.6
08_A+	44	146	127	165	63	43%	1,224	1995	1.09	2.0	0.6
09_A++	10	110	63	157	66	60%	1,102	1987	1.00	1.5	1.1
10_A+++	1										
totaal	273	160	151	169	76	48%	932	1974	1.05	2.4	1.1

In Figuur 73 is het gevonden gemiddeld werkelijk verbruik uitgezet naar labelklassen, met een weergave van de standaarddeviatie, waarmee de spreiding rondom het gemiddelde per labelklasse inzichtelijk wordt. In deze figuur is dus nog geen rekening gehouden met andere variabelen. Trendmatig neemt het verbruik af met een beter label maar de correlatie is slecht. De standaarddeviaties en de 90%BI's tonen geen significant verschil tussen label A++ en de andere labels. De rode verticale lijn is de trendmatige gemiddelde waarde voor A++ (120 kWh/m²). Een (wikkelkeurig) sportcomplex met dit verbruik zou echter vanwege de grote standaarddeviaties binnen elke labelklasse kunnen vallen. Met deze reden is deze waarde dan ook niet geschikt als gelijkwaardig alternatief.

⁴⁸ De U-waarde is een maat voor het warmteverlies. Meestal wordt deze voor beglazing gebruikt. Het is de inverse van de isolatiewaarde die met de letter R wordt aangeduid, meestal gebruikt voor de *dichte* delen van de schil. Dit is een nieuwe parameter die we hier laten zien, zonder verdere aanvullende analyses. In een parallel project wordt het gemiddeld werkelijk gasverbruik vergeleken met het theoretisch berekend NTA gasverbruik. Voor deze exercitie is door w/e-adviseurs per NTA-case een gemiddelde U-waarde bepaald voor de buitenschil. De parameter in deze tabel is hier weer het gemiddelde van, per labelklasse. De meest logische verwachting is dat met een beter label deze waarde afneemt (toenemende isolatiegraad). De isolatiewaarde van de schil is echter niet de enige bepalende factor voor het bepalen van het label, dus dit patroon hoeft niet altijd zichtbaar te zijn.



Figuur 73 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde sportcomplexen

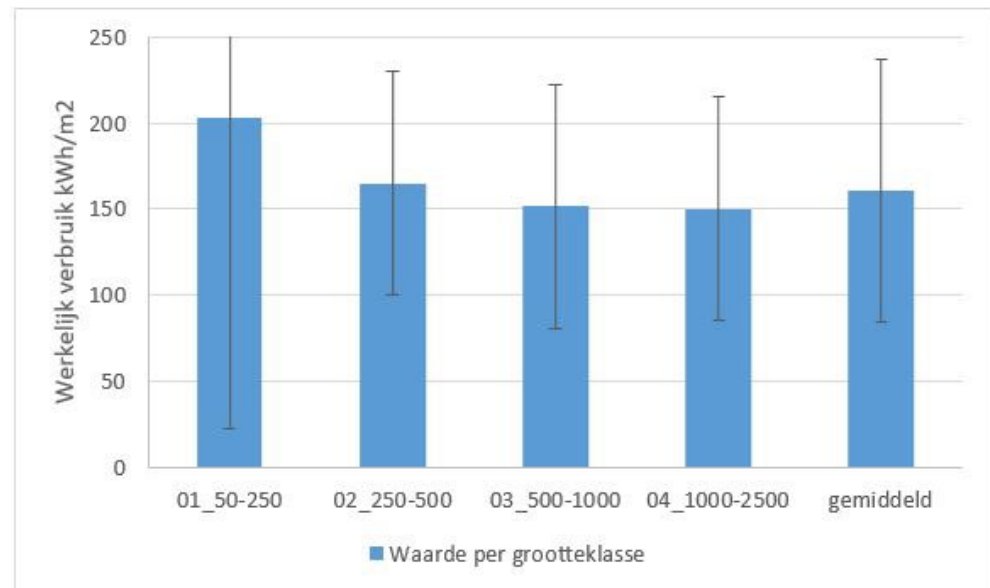
7.5 Grootteklasse individueel geanalyseerd

Tabel 61 toont voor de gelabelde sportcomplexen per grootteklasse het gemiddeld werkelijk verbruik, gevolgd door dezelfde aanvullende informatie als in Tabel 60. De gewogen procentuele standaarddeviatie doet vermoeden dat de grootteklasse slechts 5% van de spreiding verklaart.

Tabel 61 Resultaten voor de gelabelde sportcomplexen, naar grootteklassen

grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2 Ag	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
01_50-250	14	203	99	308	181	89%	184	1886	1.21	1.7	1.4
02_250-500	135	165	154	176	65	40%	455	1974	1.04	2.7	1.3
03_500-1000	39	151	128	174	71	47%	724	1981	1.03	2.2	1.0
04_1000-2500	84	150	136	165	65	43%	1,623	1984	1.04	1.9	0.9
gemiddeld	272	161	151	170	76	48%	840	1973	1.05	2.4	1.1

Figuur 74 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik per grootteklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. Ook de standaarddeviatie wordt getoond.



Figuur 74 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde sportcomplexen

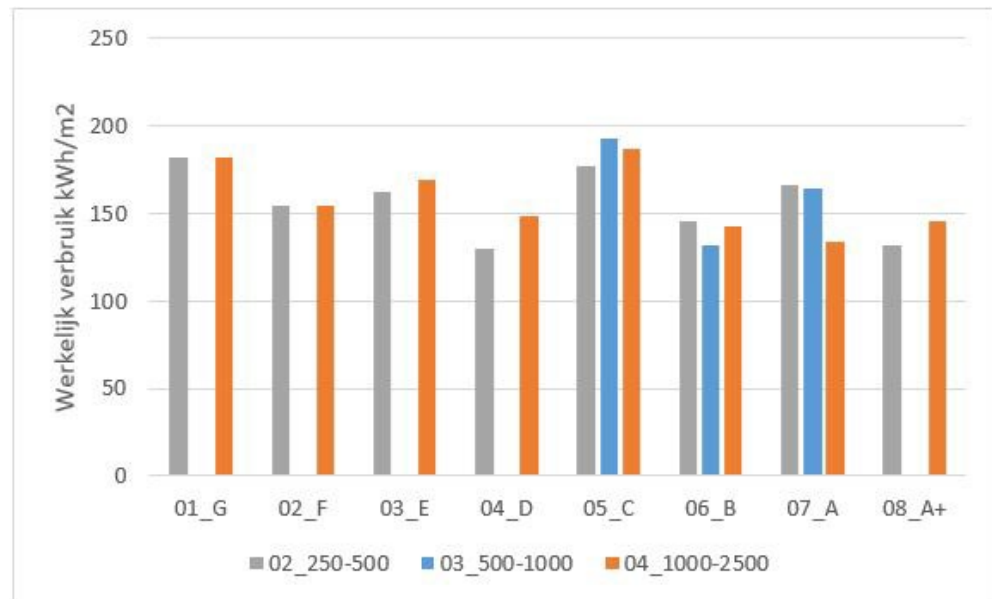
7.6 Labelklassen binnen grootteklassen

In 17 situaties heeft een verdere opdeling naar labelklassen binnen grootteklassen meer dan 5 cases. Deze worden in Tabel 62 getoond. Het valt op dat de procentuele standaarddeviatie nu niet afneemt, zoals dit bij andere gebruiksfuncties wel het geval is. Mogelijk komt dit door de vermoedde lage verklaarde spreidingen met deze twee variabelen.

Tabel 62 Resultaten voor de labelklassen binnen grootteklassen, gelabelde sportcomplexen

#	Grootteklasse	Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2 Ag	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
1	02_250-500	01_G	44	182	163	201	64	35%	420	1967	1.00	2.9	1.8
2		02_F	16	155	119	191	68	44%	520	1975	1.00	2.8	1.5
3		03_E	21	162	138	187	53	33%	462	1974	1.10	2.7	1.3
4		04_D	7	130	81	179	53	41%	478	1977	1.00	2.8	1.1
5		05_C	20	177	132	221	94	53%	439	1969	1.00	2.7	1.0
6		06_B	9	145	122	168	31	21%	409	1988	1.00	2.7	0.6
7		07_A	8	166	114	218	62	37%	432	1982	1.13	2.7	0.7
8		08_A+	9	131	101	162	40	30%	571	1987	1.33	2.4	0.5
9	03_500-1000	05_C	6	192	101	284	87	45%	768	1989	1.17	2.6	0.8
10		06_B	6	131	94	169	36	27%	775	1966	1.00	2.0	1.1
11		08_A+	7	164	84	244	86	53%	646	1991	1.00	2.0	0.6
12	04_1000-2500	03_E	5	169	75	262	75	45%	1825	1970	1.00	2.5	1.1
13		04_D	11	149	116	182	49	33%	1730	1977	1.00	1.8	1.3
14		05_C	11	187	136	237	75	40%	1402	1981	1.00	1.8	1.0
15		06_B	6	142	85	199	54	38%	1499	1968	1.00	2.2	0.6
16		07_A	13	134	93	174	67	50%	1708	1980	1.15	2.0	0.6
17		08_A+	28	146	121	171	64	44%	1579	1998	1.04	1.9	0.6

Figuur 75 toont de invloed van grootteklassen op het werkelijk verbruik, per labelklasse. Er is geen patroon te ontdekken, waarmee het geen zin heeft een geëxtrapoleerd werkelijk verbruik voor label A++ te bepalen.



Figuur 75 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde sportcomplexen.

7.7 Samenvatting sportfunctie

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere gebouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de sportfunctie. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug.

De BENG2 Eindnorm ligt voor de sportfunctie op 90 kWh/m². Deze valt binnen label A++ welke loopt van 70 t/m 105 kWh/m². We gaan daarom uit van label A++, waarmee het deel dat een verbruik heeft van 90 t/m 105 kWh/m² de Eindnorm nog niet heeft gehaald. Vanuit de inijkingstudie vallen 10 cases binnen energielabel A++.

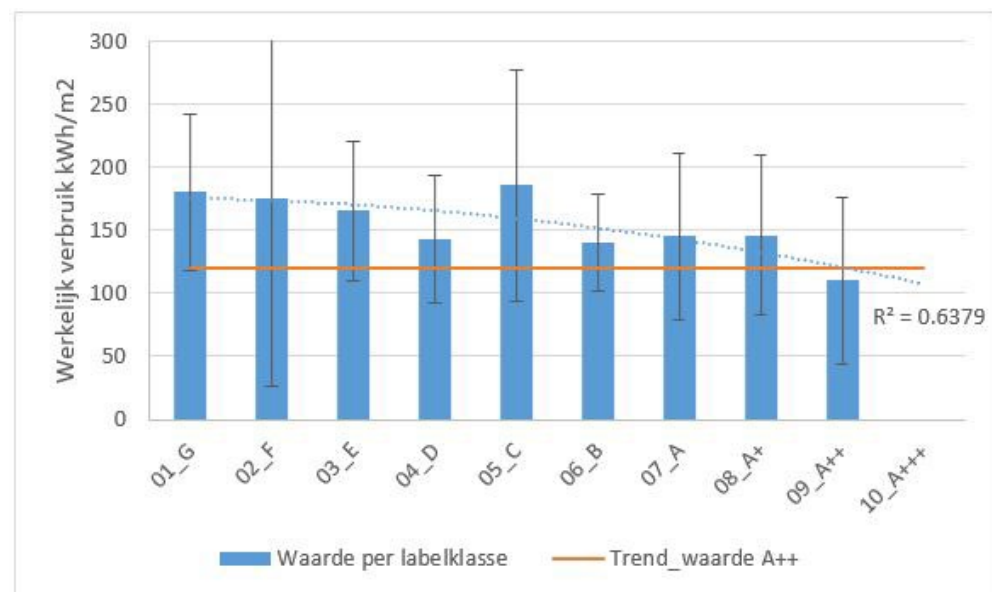
1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?

In paragraaf 7.3.1 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. Het CBS bestand bevat 4.477 sportcases waarvan het energiegebruik is gevalideerd. Noot dat dit de individuele vbo's zijn die binnen sportcomplexen liggen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 180 kWh/m². De spreiding is echter zeer groot; we vinden een procentuele standaarddeviatie van 83%. De 5% en 95%-percentielen liggen op 45 en 444 kWh/m².

Het onderzoeksbestand omvat 7 onderscheiden sportfuncties die overigens door het CBS zelf zijn gedefinieerd. In paragraaf 7.3.2 blijkt dat het gemiddeld verbruik naar deze sporttypen erg divers is; met name de sportcomplexen met een zwembad verbruiken (zoals verwacht) relatief veel. Dit draagt uiteraard ook bij aan de grote spreiding die in de data wordt gevonden. De fitnessclubs en zaalsporten liggen qua gemiddeld verbruik echter dicht bij elkaar. Bovendien maken deze sporttypen 97% van de (bruikbare) gelabelde voorraad uit. Met deze reden zijn we

hier mee verder gegaan in de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik.

In paragraaf 7.4 is ingezoomd op de 273 NTA-gelabelde cases; dit is minder dan 6% van de oorspronkelijke populatie. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt hier met 160 kWh/m² iets lager. Figuur 76 toont het gemiddeld werkelijk verbruik per labelklasse en de spreiding (de standaarddeviatie) hierin. Het (trendmatig) gemiddeld werkelijk verbruik voor label A++ ligt rond de 120 kWh/m². Dit is de labelklasse die we hebben gerelateerd aan de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 90 kWh/m². De grote spreiding per labelklasse geeft echter aan dat een individueel sportcomplex met dit werkelijk verbruik binnen iedere labelklasse zou kunnen vallen. Hiermee kan deze waarde niet als een gelijkwaardig alternatief dienen.



Figuur 76 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie; herhaling van Figuur 76

2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

De invloed van gebouwtype, oppervlakteklasse en energielabel op het energiegebruik is onderzocht. Vanuit de kwantitatieve analyses en door te putten uit inmiddels opgedane kennis, concluderen we het volgende qua beïnvloeding van het totaal energiegebruik:

- Op basis van de gehele populatie (inclusief niet-gelabeld) heeft het sporttype een zeer grote invloed op de spreiding; met name de zwembaden hebben een relatief hoog verbruik. Een inschatting op basis van (gewogen) standaarddeviaties is dat deze variabele de spreiding in het verbruik voor 37% verklaart. Een aanbeveling is dan deze te scheiden van de overige sportcomplexen.
- De gewogen standaarddeviatie doet vermoeden dat de labelklasse minder dan 9% van de spreiding verklaart. De invloed van de labelklasse vertoont echter een matige trendmatigheid (zie bovenstaande figuur).
- De gewogen standaarddeviatie doet vermoeden dat de grootklasse slechts 5% van de spreiding verklaart.

- 3 *Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik in kWh per m², bij de voorgestelde BENG2 Eindnorm.*

Deze tabel kan voor de sportfunctie niet geproduceerd worden door gebrek aan beschikbare data. Voor specifiek de grootteklasse 250 tot 500 m² was er wel genoeg data om een analyse uit te voeren naar het gemiddeld werkelijk verbruik van labelklassen binnen deze grootteklasse. Hier kwam echter geen logische trendmatigheid uit waardoor het niet zinvol is een geëxtrapoleerde waarde voor label A++ te bepalen.

- 4 *Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 Eindnorm "als bovenwaarde zal hebben".*

Om dezelfde redenen is ook deze tabel niet geproduceerd.

8 De onderwijsfunctie

8.1 Leeswijzer

Het CBS heeft voor de onderwijsfunctie een analysebestand beschikbaar voor het basis- en voortgezet onderwijs, met daarbinnen de bekende onderwijstypen. Deze data is ook verwerkt in een online dashboard. In Hoofdstuk 3 wordt bij de winkelanalyse verwezen naar Bijlage B waarin het zogenaamde CBS 'Retail' databestand wordt toegelicht. Deze bijlage zal in grote lijnen ook van toepassing zijn op de databestanden die voor de overige gebouwcategorieën zijn gebruikt. Enkele door CBS gekoppelde databronnen en ingestelde kwantitatieve filters kunnen echter afwijken. Een aantal belangrijke aspecten die afwijken voor deze gebruiksfunctie is verwoord in paragraaf 8.2. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in paragraaf 2.2. In paragraaf 2.5 worden afkortingen toegelicht.

- Paragraaf 8.3 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: 'Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen'.
- Paragraaf 8.4 selecteert hieruit de NTA gelabelde voorraad en vult het antwoord aan door het verbruik per labelklasse te analyseren. Ook de bijbehorende spreidingsmaten worden gegeven.
- Paragraaf 8.5 geeft inzicht in de invloed van grootteklassen.
- Voor de onderwijsfunctie is ook inzicht beschikbaar in het aantal leerlingen, welke een maat is voor de bezettingsgraad. Dit is uitgewerkt in paragraaf 8.6.
- Paragraaf 8.7 analyseert, waar mogelijk, het verbruik van labelklassen binnen grootteklassen.
- Paragraaf 8.8 analyseert vanuit de EML of bijv. het bereiden van voedingsmiddelen of het hebben van een serverruimte het energieverbruik sterk beïnvloeden.
- Paragraaf 8.9 kijkt af van voorgaande paragrafen en verkent de mogelijkheden om het energieverbruik te monitoren op basis van bouwjaren. Iets dergelijks zou parallel kunnen lopen aan andere initiatieven. Deze paragraaf is wat uitgebreider dan in voorgaande hoofdstukken, op aanvraag van (en gefinancierd door) [Kenniscentrum Ruimte-OK](#).
- Paragraaf 8.10 tenslotte beantwoordt in de vorm van een samenvatting de onderzoeksvragen met de resultaten uit voorgaande paragrafen. Ook legt deze paragraaf uit waarom de vierde onderzoeksvraag niet beantwoord kan worden.

8.2 Inleiding

Door CBS onderscheiden 'gebouwtypen'

Het CBS dashboard 'Energieverbruik vastgoed funderend onderwijs, 2018' (CBS, 2021b) is het startpunt voor deze analyse. Er wordt (in het ontvangen analysebestand) onderscheid gemaakt naar vijf onderwijstypen:

- 1 Basisonderwijs

- 2 Speciaal⁴⁹ basisonderwijs
- 3 Voortgezet onderwijs
- 4 Speciaal voortgezet onderwijs
- 5 Combinatie

Dit betekent dat het mbo, hbo en universiteiten geen onderdeel uitmaken van het analysebestand⁵⁰. De Technische Toelichting binnen het Dashboard legt uit dat 'dit onderwijscomplexen zijn, bestaande uit één of meerdere BAG verblijfsobjecten', en dat de onderwijscomplexen zijn geïdentificeerd op basis van 'het register van de Dienst Uitvoering Onderwijs (DUO) met onderwijslocaties of op basis van aanvullende informatie uit bijvoorbeeld de klantenbestanden of Dataland'. Een onderwijscomplex deelt dezelfde gas- en/of elektriciteitsaansluitingen. Wanneer een onderwijsobject een energieaansluiting deelt met een opvang- of sportobject, dan worden deze ook gerekend tot het onderwijscomplex (zogenaamde brede school). Ook dit is zichtbaar in het analysebestand. Zie verder de paragraaf 'Afbakening complexen funderend onderwijs' binnen het dashboard. In het analysebestand bevinden zich 13.028 onderwijscomplexen, waarvan er 9.032 (69%) van een valide verbruik zijn voorzien en geen gebruik maken van stadsverwarming.

Populatiegrootte en NTA gebruiksfuncties

De gehele gevalideerde populatie omvat 9.032 vbo's binnen de schoolcomplexen. Hiervan heeft in eerste instantie 4,1 % een NTA-label gekregen; zie Tabel 63. Van deze 366 gelabelde cases, heeft 21% *niet* de onderwijsfunctie gekregen binnen de labelmethodiek. Voor de verdere analyses nemen we deze groep niet mee, waarmee ook een deel van de brede-scholen verdwijnt.

Tabel 63 Aantallen vbo's binnen onderwijscomplexen in het CBS analysebestand en het gelabelde aandeel hierbinnen naar NTA gebruiksfuncties. De afkorting 'kdv' betekent 'zonder kinderdagverblijf'

Omschrijving	filter: CBS gevalideerd maar geen stadsverwarming		% van totaal gevalideerd en NTA gelabeld
	aantal	% van totaal gevalideerd	
Totale gevalideerde populatie	9,032	100%	
Totaal gelabeld	366	4.1%	
Gelabeld met gebruiksfuntie	aantal	% van totaal gevalideerd	% van totaal gevalideerd en NTA gelabeld
onderwijs	289	3%	79%
sport	42	0.5%	11%
bijeenkomst met kdv	13	0.1%	4%
bijeenkomst zonder kdv	12	0.1%	3%
kantoor	9	0.10%	2.5%
zorg zonder bed	1	0.01%	0.3%

⁴⁹ Speciaal onderwijs is er voor leerlingen met een lichamelijke, zintuiglijke of verstandelijke beperking en voor leerlingen die psychische problemen of gedragsproblemen hebben. Het speciaal basisonderwijs is er voor kinderen die zich in het regulier onderwijs niet optimaal ontwikkelen. Het gaat om leerlingen met lichtere problematiek (onderwijsconsument.nl).

⁵⁰ Wellicht zijn hogere onderwijsinstellingen, net als de ziekenhuizen bij de zorg, minder interessant om in een benchmark mee te nemen. De populatie is kleiner en divers; er is minder sprake van homogeniteit. Het maakt bijv. nogal wat uit of er wel of geen laboratoriumfaciliteiten zijn. MBO instellingen zouden waarschijnlijk wel meegenomen kunnen worden, mits onderverdeeld naar type MBO. De exacte lokalisering middels adressering bleek een probleem te zijn voor het CBS.

Systemegrenzen labelmethodiek versus CBS-Vivet

In Bijlage B.5.2 wordt uitgelegd dat de systeemgrenzen van een gebouwencomplex binnen het CBS analysebestand niet altijd overeenkomt met de fysieke grenzen waar het label voor is afgegeven. Tabel 64 geeft hier inzicht in; voor 81% van de overgebleven cases blijkt dat het CBS-gebouwcomplex en het labelcomplex bestaan uit exact dezelfde BAG pand/vboid's waar we mee verder gaan (de gele cellen in de tabel).

Tabel 64 Vergelijk systeemgrenzen van afgegeven labels en van CBS gebouwcomplexen. Enkel de situaties waarbij het afgegeven label en het CBS-gebouwcomplex uit dezelfde BAG panden/vboid's bestaan gaan mee de analyse in (de gele cellen).

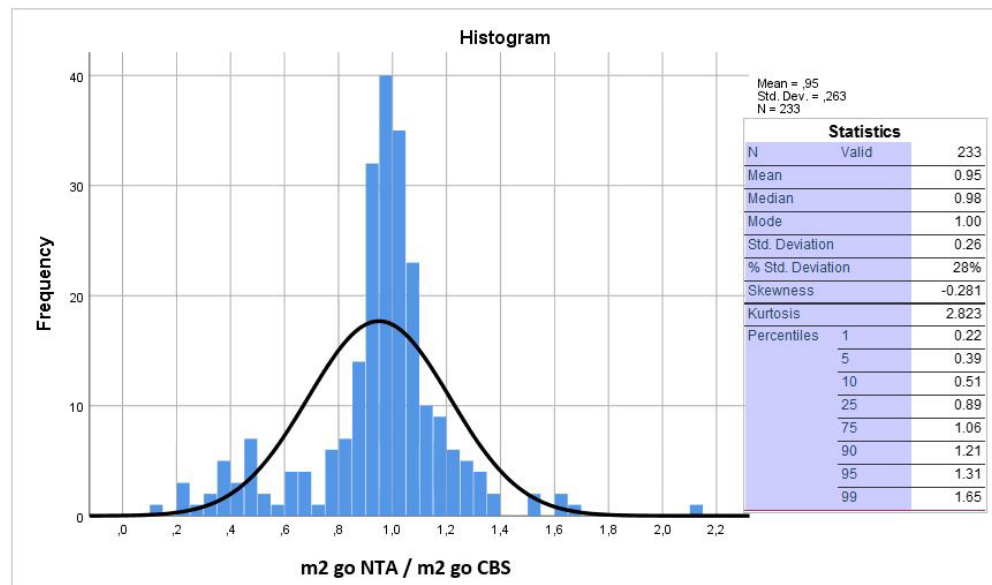
Situatie systeemgrenzen NTA versus CBS:	Aantal vbo's binnen de panden, die zich binnen de complexen bevinden						Totaal	% van totaal aantal cases:
	1	2	3	4	5	6-41		
aantal vboids label-complex = aantal vboid CBS-complex	186	26	9	0	0	12	233	81%
aantal vboids label-complex < aantal vboids CBS-complex	7	17	13	4	5	10	56	19%
Totaal aantal cases:	193	43	22	4	5	22	289	100%

Deze door CBS geconstrueerde complexen bestaan uit BAG panden, waarbinnen zich BAG vbo's bevinden. Bij de logies- en zorgfunctie was aangegeven dat voor verreweg de meeste cases die nu meegaan (de gele cellen in Tabel 64) geldt dat het complex zelf uit slechts één BAG pand bestaat. Dit, om aan te geven dat de reikwijdte van de analyse hiermee gelimiteerd is en slechts de eenvoudige situaties betreft. Voor de sport- en onderwijsfunctie is dit (door het CBS) niet bepaald. Als alternatief wordt aangegeven hoeveel vbo's zich bevinden binnen de panden, die zich weer binnen de CBS-complexen bevinden. Dit klinkt wat ingewikkeld maar dient uiteindelijk hetzelfde doel: Tabel 64 toont aan dat voor 156 (84%) van de onderwijscomplexen die nu meegaan geldt dat ze uit één of meerdere BAG panden bestaan, die zelf slechts één BAG vbo bevatten. Waarschijnlijk bestaan ze allen slechts uit één BAG pand (met dus één BAG vbo), maar dit kan nu niet worden bewezen.

Gebruiksoppervlak volgens CBS en labelmethodiek

Het gebruiksoppervlak is een belangrijke variabele binnen dit project; de energie-intensiteit is immers afhankelijk van de grootte van een gebouw. Maar deze intensiteit wordt in eerste instantie *zelf* ook berekend via het gebruiksoppervlak (go). Dit gebeurt immers door het jaarlijkse gas- en elektriciteitsverbruik erdoor te delen. Voor de resterende 233 cases is geanalyseerd of het oppervlak van het CBS-schoolcomplex overeenkomt met het oppervlak dat is ingevoerd bij het bepalen van het energielabel. Hiervoor is het aantal m² gebruiksoppervlak volgens de NTA, gedeeld door dat van het CBS schoolcomplex. Figuur 77 geeft dit vergelijk als histogram weer. In de meest voorkomende situaties komen deze waarde overeen (modus=1,00), maar er zijn zeker uitzonderingen. Dat het NTA oppervlak kleiner is dan het BAG oppervlak, is verklaarbaar met het feit dat niet altijd het gehele gebouw labelplichtig is. Bijlage B.5.2 gaat hier op in en bij de industrie functie is dit voor de groothandels ook in de praktijk vastgesteld (zie paragraaf 9.2). Dat het NTA oppervlak groter is, is lastiger te verklaren. Een

verbouwing die inmiddels heeft plaatsgevonden zou dit kunnen verklaren, maar het is een aanbeveling hier meer onderzoek naar te doen.



Figuur 77 Histogram m^2 go volgens NTA gedeeld door m^2 go volgens CBS schoolcomplex, bij gelijke systeemgrenzen

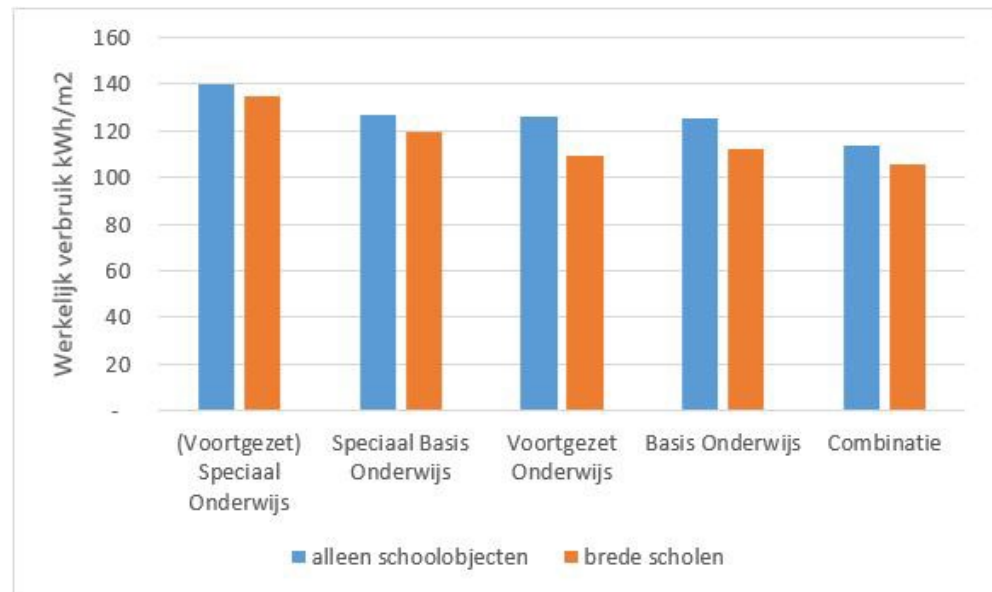
Door een maximale afwijking van 20% te accepteren, neemt de populatie af tot 170 gelabelde cases.

Keuze CBS onderwijstypen voor verdere analyse

Tabel 65 toont de onderverdeling naar de door CBS gedefinieerde onderwijstypen. Er is een tweede onderverdeling gemaakt naar de onderwijssoorten 'alleen schoolobjecten' en 'brede scholen'; dus met een opvang- of sportobject. Kolom 3 geeft de opdeling van de resterende 170 gelabelde cases. Kolom 4 geeft dezelfde opdeling voor de *gehele* valide populatie (9032 cases), hierna volgt het gerelateerd gemiddeld verbruik, de gemiddelde grootte en het gemiddeld aantal vbo's per pand. Het gemiddeld verbruik wordt eronder visueel weergegeven door Figuur 78

Tabel 65 NTA gelabelde en totale voorraad opgedeeld naar de door CBS gedefinieerde onderwijstypen en -soorten.

1	2	3	4	5	6	7	8
CBS onderwijstype	soort	totaal gelabelde complexen	totaal aantal complexen	gemiddeld verbruik kWh/m ²	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per pand
(Voortgezet) Speciaal Onderwijs	alleen schoolobjecten	5	279	140	2.826	1980	1,9
Speciaal Basis Onderwijs	alleen schoolobjecten	3	185	127	2.145	1973	2,1
Voortgezet Onderwijs	alleen schoolobjecten	23	1143	126	6.852	1976	1,5
Basis Onderwijs	alleen schoolobjecten	106	5166	125	1.550	1974	1,8
Combinatie	alleen schoolobjecten	2	89	114	5.427	1980	1,8
Subtotal	alleen schoolobjecten	139	6862	126	2.551	1974	1,7
(Voortgezet) Speciaal Onderwijs	brede scholen	1	55	135	3.676	1980	2,1
Speciaal Basis Onderwijs	brede scholen	2	40	120	3.051	1988	2,7
Voortgezet Onderwijs	brede scholen	4	203	110	8.891	1990	2,6
Basis Onderwijs	brede scholen	24	1789	112	2.697	1988	4,3
Combinatie	brede scholen	0	83	106	5.617	2002	3,7
Subtotal	brede scholen	31	2170	112	3.419	1988	4,0
TOTAAL	TOTAAL	170	9032	123	2.760	1978	2,3



Figuur 78 Gemiddeld totaal verbruik naar door CBS gedefinieerde onderwijstypen en -soorten; gehele valide voorraad. Visuele weergave van kolom 5 in Tabel 65.

Besloten wordt:

- Een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik moet voortkomen uit zo 'puur' mogelijke situaties waarbij gebouwcategorieën zo weinig mogelijk zijn vermengt zijn (zie ook paragraaf 2.1). Met deze reden worden de 'brede scholen' genegeerd.
- Met dezelfde reden worden ook de combinatie-onderwijstypen genegeerd. Noot dat deze subpopulatie relatief klein is.
- Er zijn slechts 8 gelabelde cases voor het speciaal onderwijs; deze negeren we; ook omdat het verbruik van het speciaal voortgezet onderwijs beduidend hoger ligt. Een aanbeveling is hier meer onderzoek naar te doen.
- Het gemiddeld verbruik van het basis- en voortgezet onderwijs liggen dicht bij elkaar. De gemiddelde grootte binnen het voortgezet onderwijs ligt echter een factor 3 hoger dan binnen het basisonderwijs. Vanuit (Sipma & Rietkerk, 2016) weten we dat het gas- en elektriciteitsverbruik in dit gebied sterk beïnvloed wordt door deze variabele. De effecten zijn echter tegengesteld; het gasverbruik neemt af met een toenemende grootte; het elektriciteitsverbruik juist toe. We kiezen er vanwege de kleine gelabelde populaties toch voor om de twee onderwijstypen samen te voegen. Een aanbeveling is deze keuze met meer onderzoek te verifiëren.

BENG2 Eindnorm 2050

De gerelateerde BENG2 Eindnorm ligt op 70 kWh/m². Deze valt binnen label A3+ welke loopt van 50 t/m 100 kWh/m². We gaan daarom uit van A3+, waarmee het deel dat een verbruik heeft van 100 tot 70 kWh/m² de Eindnorm nog niet heeft gehaald. Tabel 67 toont dat 3 cases hier al aan voldoen.

Relevante informatie uit eerdere en andere onderzoeken

In (Sipma & Rietkerk, 2016) is het werkelijk verbruik van onderwijs eerder geanalyseerd. In (Sipma & Niessink, 2018) is specifiek ingezoomd op de gelabelde voorraad. De (milieubarometer.nl) geeft voor basisscholen vanuit energiescans

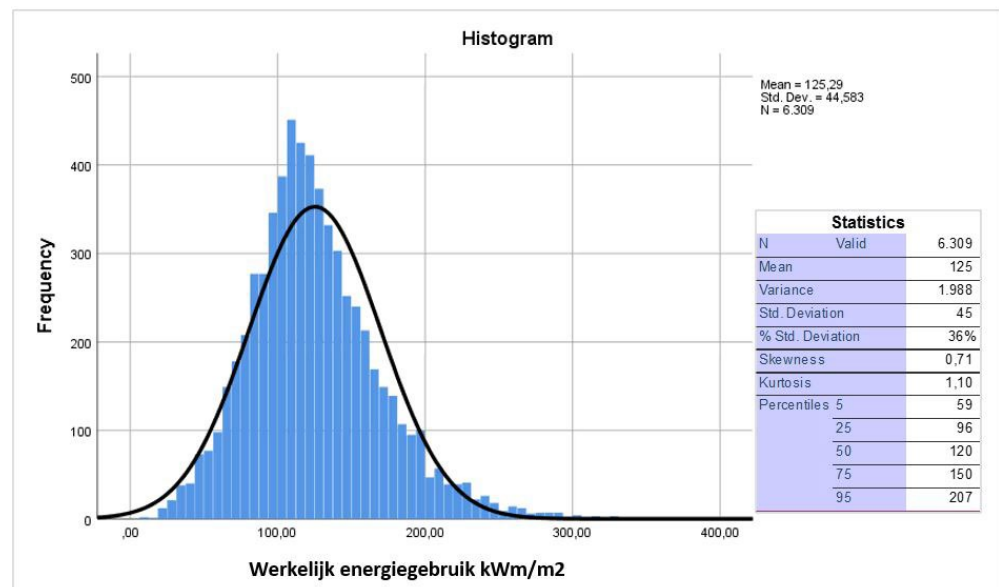
inzicht in diverse typen energie-intensiteiten. De grootte van de steekproef wordt hierbij niet gegeven.

8.3 Verbruik gehele CBS populatie

8.3.1 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding, gehele populatie

De gehele valide voorraad omvat 6.309 onderwijscomplexen binnen het basis- en voortgezet onderwijs. Figuur 79 toont de frequentietabel voor het werkelijk (gesaldeerd) verbruik van deze CBS populatie, excl. warmtelevering. Hierbij is dus zowel de gelabelde- als de niet gelabelde voorraad meegenomen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 125 kWh/m².

De zwarte lijn wordt door SPSS ingetekend en toont de ideale normaalverdeling; welke in vergelijking tot voorgaande gebouwcategorieën behoorlijk goed benaderd wordt. De procentuele standaarddeviatie ligt met 36% relatief laag.



Figuur 79 Histogram werkelijk verbruik onderwijsfunctie voor de gehele beschikbare populatie binnen het basis- en voortgezet onderwijs. Ook de standaarddeviatie wordt gegeven.

8.3.2 Verbruik naar onderwijstypen, gehele voorraad

Tabel 66 toont het gemiddelde verbruik voor de twee gekozen onderwijstypen; voortgezet- en basisonderwijs. Deze informatie is een herhaling van Tabel 65, maar wordt aangevuld met de spreidingsmaten.

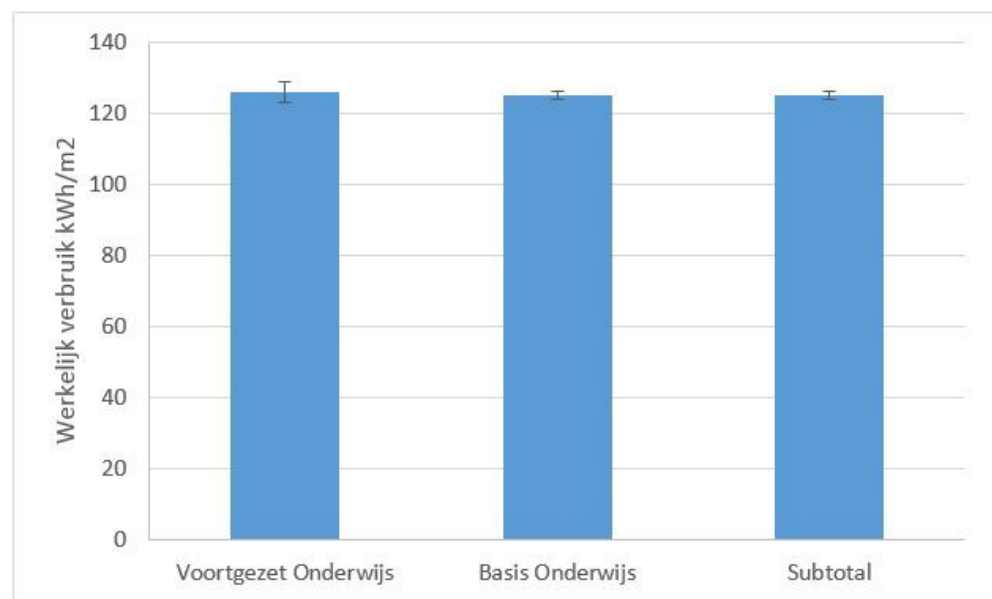
- Opvallend is dat het 90% betrouwbaarheidsintervallen zeer smal zijn en bovendien overlappen met elkaar. Figuur 80 geeft dit ook visueel weer. Dit betekent dat het gemiddelde verbruik van de twee onderwijstypen niet significant van elkaar verschillen. Aangezien de populaties niet zo groot zijn, moet de relatief small BI afkomstig zijn van een relatief lage standaarddeviatie (zie ook paragraaf A.2.4).
- Wanneer de twee onderwijstypen zijn samengevoegd, komt de procentuele standaarddeviatie uit op 36%, wat relatief laag is. Het gewogen gemiddelde van deze spreidingsmaat per onderscheiden onderwijstype komt op vrijwel dezelfde waarde uit (niet getoond). Dit betekent dat een onderscheid naar deze twee

onderwijstypen niet bijdraagt aan het verklaren van de spreiding binnen de populatie.

- Voorgaande twee constatering maken de keuze om de twee onderwijstypen samen te voegen gerechtvaardigd.

Tabel 66 Het verbruik per onderscheiden onderwijstype (kWh/m²), inclusief spreidingsmaten en gemiddelde waarden voor aanvullende gebouwkenmerken.

CBS onderwijstype	aantal CBS complexen	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per pand
Voortgezet Onderwijs	1143	126	123	129	49	39%	6852	1976	1,5
Basis Onderwijs	5166	125	124	126	44	35%	1550	1974	1,8
Subtotal	6309	125	124	126	45	36%	2510	1974	1,7



Figuur 80 Het verbruik per onderwijstype (kWh/m²) van Tabel 66 weergegeven, met de 90%BI.

8.4 Labelklassen individueel geanalyseerd

Tabel 67 toont voor de gelabelde onderwijspopulatie, per labelklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. Daarna volgt informatie over de gemiddelde grootte van zorgcomplexen binnen de labelklasse, het gemiddeld bouwjaar, het gemiddeld aantal vbo's per (pand binnen het) complex, de gemiddelde vormfactor (voor uitleg zie paragraaf 5.2) en de gemiddelde U-waarde van de schil (zie voetnoot 48 binnen paragraaf 7.4). De gewogen procentuele standaarddeviatie doet vermoeden dat de labelklasse maximaal 17% van de spreiding verklaart (zie voetnoot 20). De laatste rij toont dat het gemiddeld verbruik voor de gelabelde voorraad dat overeenkomt met de waarde voor de gehele voorraad (zie vorige paragraaf). Het gemiddeld bouwjaar is slechts 3 jaar jonger en de gemiddelde grootte ligt 25% lager.

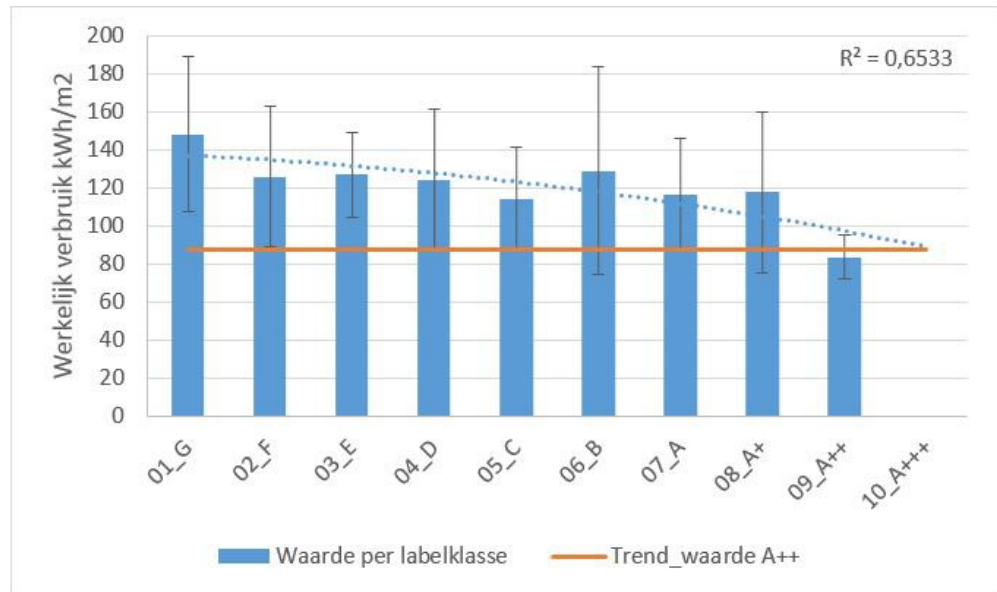
Tabel 67 Resultaten voor de gelabelde onderwijspopulatie naar labelklassen

Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	31	148	133	163	41	28%	1.944	1960	1,1	1,7	2,24
02_F	19	126	108	144	37	29%	1.046	1974	1,1	1,1	2,25
03_E	14	127	114	140	22	18%	1.675	1980	1,3	0,9	2,18
04_D	17	124	105	143	37	30%	2.498	1974	1,1	0,8	1,90
05_C	17	114	100	128	28	24%	2.096	1983	3,5	0,7	1,75
06_B	8	129	83	175	55	42%	1.180	1983	1,0	0,6	2,02
07_A	6	117	86	148	29	25%	2.464	1986	5,0	0,8	1,61
08_A+	8	118	82	153	43	36%	1.808	2003	6,3	0,5	1,61
09_A++	6	84	72	96	11	14%	2.007	1980	6,8	0,5	1,67
10_A+++	3										
Subtotal	129	125	117	132	41	33%	1.859	1977	2,2	1,0	2,00

In Figuur 81 is het gevonden gemiddeld werkelijk verbruik uitgezet naar labelklassen, met een weergave van de standaarddeviatie, waarmee de spreiding rondom het gemiddelde per labelklasse inzichtelijk wordt. In deze figuur is dus nog geen rekening gehouden met andere variabelen. Trendmatig neemt het verbruik af met een beter label maar de correlatie is slecht. De 90%BI's in de tabel tonen een significant verschil tussen label A++ en labels G t/m C.

De rode verticale lijn is de trendmatige en geëxtrapoleerde gemiddelde waarde voor A+++ , waarbinnen het gelijkwaardig alternatief van [BENG2=70 kWh/m²] zich bevindt. Deze zou uitkomen op een werkelijk totaal verbruik van 88 kWh/m² Een (wikkkelkeurig) schoolcomplex met dit verbruik zou echter vanwege de standaarddeviaties ook binnen labelklassen D t/m A2+ kunnen vallen. Ondanks dat dit een minder grote bereik is in vergelijking tot eerdere gebouwcategorieën, is deze waarde niet geschikt als gelijkwaardig alternatief waarbij 95% betrouwbaarheid wordt nagestreefd⁵¹.

⁵¹ Noot dat het gemiddeld verbruik voor labelklasse A2+ al onder de trendwaarde voor A3+ ligt. De gemiddelde waarde voor de 3 cases binnen A3+ mogen we niet tonen, maar we mogen wel vermelden dat deze hier weer ver onder zit; meer dat gehalveerd. Het is daarom de vraag of een extrapolatie als deze, startende bij label G, de juiste is. Wanneer we zouden starten bij label B zou de waarde voor A3+ uitkomen op 51 kWh/m². Deze zou wel degelijk buiten de standaarddeviaties van de overige labelklassen vallen. Van de andere kant wordt deze geëxtrapoleerde inschatting dan volledig bepaald door de 6 cases binnen label A2+. Ook teruglevering gaat hier een belangrijke rol spelen, wat nog niet goed in de CBS data is verwerkt. De grote vraag blijft wat het gemiddeld gesaldeerd verbruik en de standaarddeviatie van labelklasse A3+ zelf zou zijn, bij voldoende cases.



Figuur 81 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde onderwijscomplexen

8.5 Grootteklasse individueel geanalyseerd

Voor onderwijs is het verbruik naar grootteklassen zowel voor de gehele valide voorraad (Tabel 68), als voor enkel de gelabelde voorraad (Tabel 69) bepaald. De grenzen van de grootteklassen zijn gedefinieerd op basis van percentielen, en liggen daarom wat anders in vergelijking tot eerdere bouwcategorieën.

Tabel 68 Resultaten voor de gehele onderwijspopulatie, naar grootteklassen

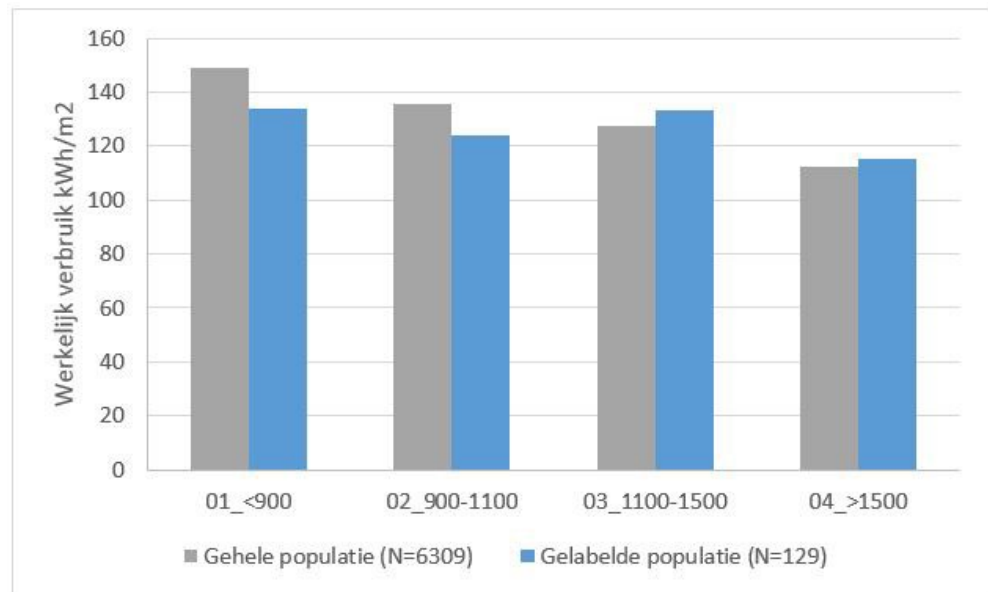
grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
01_ <900	1157	149	146	152	46	31%	656	1968	1,2	1,13	2,3
02_ 900-1100	729	135	132	138	41	31%	1.008	1973	1,6	1,18	2,2
03_ 1100-1500	1475	127	125	129	39	30%	1.280	1973	1,4	1,14	2,3
04_ >1500	2948	113	111	114	43	38%	4.225	1977	2,1	0,99	1,8
gemiddeld	6309	125	124	126	45	36%	2.510	1974	1,7	1,07	2,0

Tabel 69 Resultaten voor de gelabelde onderwijspopulatie, naar grootteklassen

grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
01_ <900	25	134	120	147	33	24%	644	1976	2,7	1,05	2,3
02_ 900-1100	24	124	106	141	41	33%	990	1975	2,0	1,13	2,1
03_ 1100-1500	30	133	117	149	43	33%	1.267	1976	1,2	1,12	2,3
04_ >1500	50	115	103	127	42	36%	3.238	1978	2,6	0,90	1,6
gemiddeld	129	125	117	132	41	33%	1.859	1977	2,2	1,02	2,0

Figuur 82 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik per grootteklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. Duidelijk is een afnemende trendmatigheid te zien voor de gehele voorraad. Deze ontbreekt voor de gelabelde voorraad; waarschijnlijk vanwege de invloed van de andere variabelen op deze kleinere populatie.

De gewogen procentuele standaarddeviatie vanuit de tabellen doet vermoeden dat de grootklasse maximaal 4% van de spreiding verklaart. Dit is echter het geval voor de gehele voorraad; wanneer de gelabelde voorraad hier uit wordt gelicht neemt de gewogen standaarddeviatie nauwelijks af door op te delen naar grootteklassen. Uiteraard geeft voorgaande aan dat een grotere populatie meer perspectief biedt voor de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk gebruik.



Figuur 82 Invloed grootteklassen (m² go) op het werkelijk verbruik, gehele en gelabelde onderwijspopulatie

8.6 Bezettingsgraad individueel geanalyseerd

Voor een deel van de onderwijscomplexen is het aantal leerlingen bekend. Dit aantal leerlingen is gedeeld door de grootte van de vorige paragraaf. Hiermee hebben we de beschikking over een aanvullende onafhankelijke variabele die iets zegt over de bezettingsgraad, uitgedrukt als 'leerlingen per 100 m²'. De volgende (afgeronde) klassen zijn gedefinieerd op basis van percentielen:

- Bezettingsklasse_01: minder dan 10 leerlingen per 100 m²
- Bezettingsklasse_02: tussen 10 en 13 leerlingen per 100 m²
- Bezettingsklasse_03: tussen 13 en 16 leerlingen per 100 m²
- Bezettingsklasse_04: meer dan 16 leerlingen per 100 m²

Het gemiddeld verbruik naar deze bezettingsklassen is zowel voor de gehele valide voorraad (Tabel 70), als voor enkel de gelabelde voorraad (Tabel 71) bepaald.

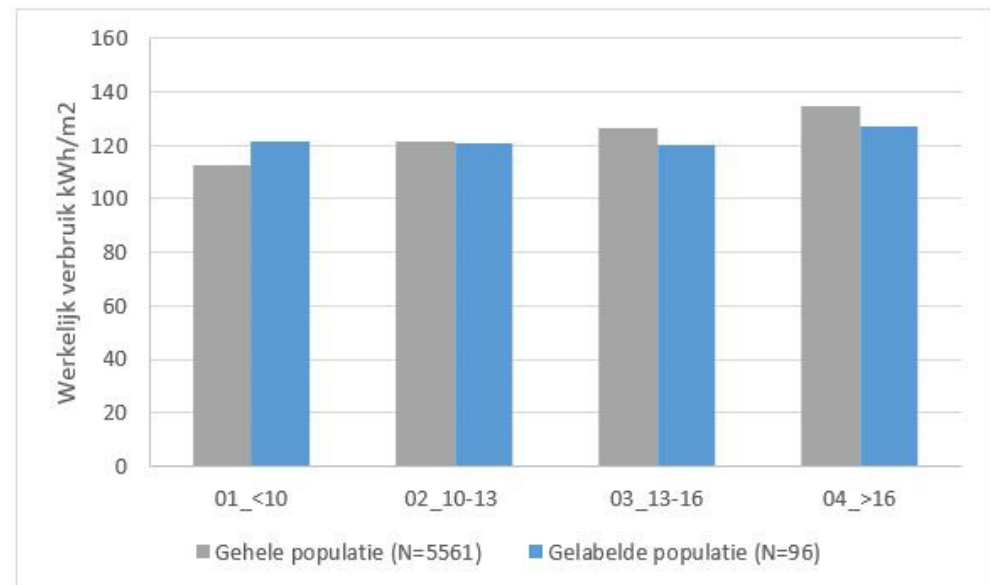
Tabel 70 Resultaten voor de gehele onderwijspopulatie, naar bezettingsklassen (aantal leerlingen per 100 m² go)

bezettings- klassen; leerlingen per 100 m ²	aantal	gemiddeld verbruik		5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
		kWh/m ²										
01_<10	1487	112	110	115	45	40%	3.740	1977	1,774	1,12	2,0	
02_10-13	1220	121	119	124	40	33%	2.749	1974	1,720	0,94	1,8	
03_13-16	1042	127	124	129	40	32%	2.324	1975	1,820	1,03	2,0	
04_>16	1812	135	132	137	45	33%	1.790	1974	1,679	0,98	2,0	
gemiddeld	5561	124	123	125	44	35%	2.622	1975	1,740	1,01	2,0	

Tabel 71 Resultaten voor de gelabelde onderwijspopulatie, naar bezettingsklassen (aantal leerlingen per 100 m² go)

bezettings- klassen; leerlingen per 100 m ²	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
01_<10	19	121	113	130	17	14%	2.832	1970	1,105	1,17	2,0
02_10-13	18	120	107	134	27	22%	2.610	1979	2,722	0,86	1,7
03_13-16	21	120	93	147	59	49%	1.864	1983	3,095	0,92	2,0
04_>16	38	127	114	140	39	31%	1.499	1973	2,342	0,97	2,0
gemiddeld	96	123	115	131	39	32%	2.051	1976	2,333	0,98	2,0

Figuur 83 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik per bezettingsklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. Duidelijk is een toenemende trendmatigheid te zien voor de gehele voorraad. Dus wanneer het aantal leerlingen toeneemt per 100 m², neemt ook het totaal energiegebruik toe. De gewogen procentuele standaarddeviatie vanuit de tabellen doet vermoeden dat de bezettingsklassen maximaal 1,6% van de spreiding verklaart. Dit is echter het geval voor de gehele voorraad. Een trendmatigheid ontbreekt voor de gelabelde voorraad; waarschijnlijk vanwege de invloed van de andere variabelen op deze kleinere populatie.

Figuur 83 Invloed bezettingsklassen (aantal leerlingen per 100 m² go) op het werkelijk verbruik, gehele en gelabelde onderwijspopulatie

In de volgende paragraaf gaan we de invloed van onafhankelijke variabelen gecombineerd analyseren. Eén daarvan is de labelklasse, wat de insteek is van dit project in de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief. De gelabelde populatie is echter te klein om naar *nog* twee onafhankelijke variabelen op te delen. We maken hier de keus om, net als in de voorgaande paragrafen, enkel naar labelklassen binnen grootteklassen op te delen. We negeren dus de analyse naar bezettingsgraden, met de volgende argumenten:

- De gewogen procentuele standaarddeviaties tonen aan dat de invloed van grootteklasse groter is dan die van bezettingsklasse.

- Het absolute verschil tussen de hoogste en laagste waarde is groter bij het onderscheid naar grootteklasse (vergelijk Figuur 81 met Figuur 82 waarbij bewust het bereik van de y-as gelijk is gehouden).
- Uit Tabel 71 volgt duidelijk dat er een relatie ligt tussen grootte- en bezettingsgraadklassen; de gemiddelde grootte neemt af met een toenemende bezetting⁵². Hiermee is de bezettingsgraad zelf afhankelijk geworden van de grootte.
- Een focus op bezettingsgraad zou de gelabelde populatie verder verkleinen.

8.7 Labelklassen binnen grootteklassen

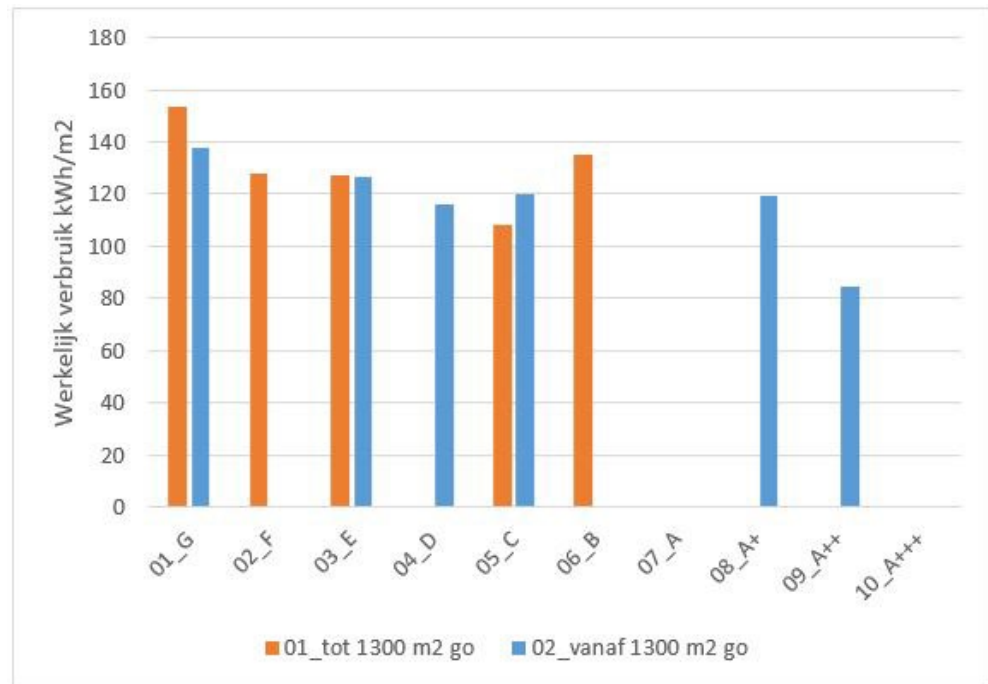
Om label- en grootteklassen te kunnen combineren, is het aantal grootteklassen teruggebracht naar slechts twee. In 11 situaties heeft een verdere opdeling naar labelklassen binnen grootteklassen meer dan 5 cases. Deze worden in Tabel 72 getoond.

Tabel 72 Resultaten voor de labelklassen binnen grootteklassen, gelabelde onderwijscomplexen

Grootteklasse	Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
01_tot 1300 m2 go	01_G	20	154	137	170	35	23%	941	1958	1,00	1,8	2,44
	02_F	15	128	110	145	32	25%	878	1974	1,07	1,1	2,26
	03_E	9	127	108	146	25	20%	915	1979	1,44	1,0	2,28
	04_D	4										
	05_C	8	108	82	134	31	29%	1096	1989	1,25	0,7	2,13
	06_B	7	135	83	187	56	42%	843	1979	1,00	0,6	2,07
	07_A	3										
	08_A+	2										
	09_A++	1										
	10_A+++	0										
02_vanaf 1300 m2 go	01_G	11	138	104	171	50	36%	3768	1963	1,18	1,6	1,87
	02_F	4										
	03_E	5	126	103	150	19	15%	3044	1982	1,00	0,7	1,98
	04_D	13	116	100	132	27	23%	2983	1971	1,08	0,9	1,76
	05_C	9	120	101	138	24	20%	2985	1978	5,44	0,7	1,41
	06_B	1										
	07_A	3										
	08_A+	6	119	66	172	50	42%	2145	2000	1,33	0,5	1,49
	09_A++	5	84	69	100	13	15%	2193	1981	8,00	0,5	1,54
	10_A+++	3										

Figuur 75 toont de invloed van grootteklassen op het werkelijk verbruik, per labelklasse. Er is geen patroon te ontdekken, waarmee het geen zin heeft een geëxtrapoleerd werkelijk verbruik voor label A+++ te bepalen.

⁵² Deze relatie wordt bevestigd door een 2-tailed Pearson correlatie analyse. De correlatie wordt berekend op -0,216 voor de gehele voorraad, en op -0,295 voor de gelabelde voorraad. Beiden met een significantie op het niveau van P=0,01. Noot dat met deze correlatie wel degelijk beide variabelen mee zouden gaan in een MLRA (zie ook paragraaf A.3.2.2).



Figuur 84 Invloed grootteklassen op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde onderwijscomplexen, per labelklasse.

8.8 Analyse EML Bedrijfstak Onderwijsinstellingen

eLoket EML-lijst

De relevante EML lijst heeft de titel 'Erkende Maatregelenlijst Energiebesparing Bedrijfstak Onderwijsinstellingen'. Voetnoot 53 geeft de reikwijdte van de lijst weer, die breder is dan enkel het basis-, en voortgezet onderwijs waar we ons nu op richten. Vanuit eLoket wordt mogelijk inzicht verkregen in de volgende voor dit onderzoek relevante aspecten (die verder als 'activiteiten' worden omschreven):

- Het bereiden van voedingsmiddelen (code FC); met als aanname dat dit het equivalent kan zijn voor het hebben van een restaurant.
- Het in werking hebben van een liftinstallatie (code FE); met als aanname dat dit ook het equivalent is voor het hebben van meerdere verdiepingen.
- Het in werking hebben van een persluchtinstallatie (code FD); met als aanname dat dit het equivalent kan zijn voor een praktijkgerichte opleiding voor bijv. hout- en metaalbewerking, dus het hebben van met machines die wellicht significant meer energie verbruiken.
- In werking hebben van een serverruimte (code FG); met als aanname dat dit het equivalent kan zijn voor IT apparatuur dat 24/7 draait.

De voorbereiding op de analyse was vergelijkbaar met die voor de zorgsector (paragraaf 6.8). Na het instellen van verbruiksfilters werd bijna de helft van de populatie als bruikbaar en valide geschat. Er wordt nu echter niet gefilterd op de

⁵³ Systeemgrenzen EML lijst: 'Inrichtingen voor onderwijs, opleidingen en cursussen met of zonder praktijkonderwijs. De inrichting heeft een onderwijsfunctie zoals aangehaald in het Bouwbesluit 2012. Denk aan basis-, voortgezet-en hoger onderwijs en universiteiten. Ter indicatie de SBI-code die voor de indeling van instellingen veelal wordt gebruikt: 85. Ook gaat het om inrichtingen voor natuurwetenschappelijke research (laboratoria) (SBI 72), peuterspeelzalen en kinderopvang (SBI-code 88.91).'

BAG gebruiksfunctie. Ruim 81% heeft de onderwijsfunctie, 12% de bijeenkomstfunctie, 3% een kantoorfunctie en 1,5% de industriefunctie. De resterende 2% is verdeeld over de andere BAG gebruiksfuncties. Tabel 73 toont de resultaten van de individuele analyse van de vier gekozen EML activiteiten. De vier blokken onder elkaar geven de resultaten voor de aanwezigheid van liften, perslucht, voedingsbereiding en een serverruimte. Van links naar rechts wordt getoond om hoeveel cases het gaat, wat het gemiddelde bouwjaar en de gemiddelde grootte is, gevolgd door het bijbehorend gemiddeld gas-, elektriciteits- en totaal energiegebruik.

Tabel 73 Individuele analyse van de vier gekozen 'activiteiten' EML Bedrijfstak Onderwijsinstellingen

lift	count	% van totaal	bouwjaar	grootte m2	factor totaal	gas kWh/m2	elek kWh/m2	totaal kWh/m2	% van totaal
1	410	32%	1986	8459	1,8	81	49	130	94%
0	877	68%	1978	2761	0,6	101	41	142	103%
totaal	1287	100%	1980	4576	1,0	95	43	138	100%

perslucht	count	% van totaal	bouwjaar	grootte m2	factor totaal	gas kWh/m2	elek kWh/m2	totaal kWh/m2	% van totaal
1	54	4%	1984	6111	1,3	93	41	134	97%
0	1233	96%	1980	4509	1,0	95	43	138	100%
totaal	1287	100%	1980	4576	1,0	95	43	138	100%

voeding	count	% van totaal	bouwjaar	grootte m2	factor totaal	gas kWh/m2	elek kWh/m2	totaal kWh/m2	% van totaal
1	155	12%	1986	4800	1,0	90	51	140	102%
0	1132	88%	1980	4545	1,0	95	42	138	100%
totaal	1287	100%	1980	4576	1,0	95	43	138	100%

server	count	% van totaal	bouwjaar	grootte m2	factor totaal	gas kWh/m2	elek kWh/m2	totaal kWh/m2	% van totaal
1	357	28%	1983	3522	0,8	90	45	135	97%
0	930	72%	1980	4981	1,1	97	43	139	101%
totaal	1287	100%	1980	4576	1,0	95	43	138	100%

Op basis van deze populatie en analyse, concluderen we:

- Het hebben van deze activiteiten beïnvloed het totaal energiegebruik slechts marginaal.
- Het elektriciteitsverbruik ligt bij liften wel degelijk 13% hoger, maar doordat deze gebouwen ook 3 maal groter zijn, wordt deze toename gecompenseerd door een lager gasverbruik. Bovendien zijn de gebouwen gemiddeld gezien 8 jaar jonger.
- Ook het elektriciteitsverbruik bij het bereiden van voedingsmiddelen ligt hoger, zelfs 17%. Deze activiteit lijkt *niet* afhankelijk te zijn van de grootte; toch is het gasverbruik lager⁵⁴ waardoor het totaalverbruik slechts 2% hoger uitkomt.

In combinatie met de ervaring van voorgaande hoofdstukken gaven deze resultaten geen aanleiding om een uitgebreide MLRA uit te voeren met deze activiteiten.

⁵⁴ Het is niet duidelijk waarom het gasverbruik lager is. De gebouwen zijn gemiddeld gezien wel 6 jaar jonger. Misschien dat ook de verhoogde interne warmtelast vanwege het bereiden van voedingsmiddelen het gasverbruik enigszins terugdringt. Ook kan een andere gebruiksfunctie van deze vierkante meters van invloed zijn. Hier is verder geen onderzoek naar gedaan.

8.9 Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van bouwjaren en het historisch verbruik

8.9.1 Inleiding

Wat we in deze paragraaf gaan doen

De gelabelde onderwijspopulatie is relatief klein. Wanneer we zouden uitgaan van bouwjaren, neemt de populatie drastisch toe, waarmee we in deze paragraaf experimenteren. We gaan de volgende analyses uitvoeren:

- 1 In paragraaf 8.9.2 analyseren we het gemiddeld energieverbruik in zichtjaar 2018. Dit doen we eerst per individueel bouwjaar, wat voornamelijk iets zegt over het effect van aanscherpende nieuwbouwnormen. Daarna analyseren we het verbruik in 2018 per onderscheiden grootte- en bouwjaarklasse. Voor de basisscholen analyseren we of het gemiddeld verbruik per provincie anders is.
- 2 In paragraaf 8.10 kijken we naar het historisch energiegebruik over de periode 2010-2019, maar dan voor de voorraad die vóór 2010 gebouwd is. We houden hierbij dezelfde klassenindelingen aan. Dit zegt vooral iets over het effect van uitgevoerde renovaties.

Deze paragraaf is uitgebreider dan in voorgaande hoofdstukken, op aanvraag van (en gefinancierd door) [Kenniscentrum Ruimte-OK](#)

Onderwijscomplexen

De uitdaging van het CBS is om de juiste vierkante meters te vinden die bediend worden met een gas- en elektriciteitsaansluiting. Door het afgelezen gas- en elektriciteitsverbruik vervolgens te delen door deze vierkante meters, verkrijgen we de intensiteiten die we zoeken. Soms moet het CBS hierbij 'creatief' zijn om tot een valide dataset te komen. Regelmatig komt het voor dat (delen van) fysiek gescheiden gebouwen, dezelfde gas- en elektriciteitsaansluitingen delen. Twee fysiek gezien losstaande gebouwen kunnen dus zijn samengevoegd om tot een valide energie-intensiteit te komen. Het CBS spreekt daarom van 'onderwijscomplexen'. Figuur 131 in Bijlage B.5.2 geeft dit visueel weer. Overigens kan het nog onoverzichtelijker; er komen zelfs situaties voor waarbij het CBS *delen* van twee fysiek gescheiden gebouwen heeft samengevoegd om tot een onderwijscomplex te komen; dit zijn echter uitzonderingen.

Een snelle analyse wees het volgende uit:

- 97% van de onderwijscomplexen bevinden zich binnen één pand (waarbij het wel kan gaan om een deel van dat pand),
- Binnen de 3% die dan resteert, bestaat 84% van de onderwijscomplexen uit een samenvoeging van *twee volledige panden*.
- Binnen dezelfde 3%, bestaat 7% van de onderwijscomplexen uit een samenvoeging van *drie tot zes volledige panden*. Dit is slechts 0,2% van de totale populatie.
- Binnen dezelfde 3%, bestaat 9% van de onderwijscomplexen uit een samenvoeging van *delen van 2 tot 6 panden*. Dit is slechts 0,1% van de totale populatie.

In deze paragraaf zijn deze onderwijscomplexen de eenheid die wordt geanalyseerd. In voorgaande paragrafen waarbij de labeldatabase was gekoppeld, kwam een onderwijscomplex vaker voor wanneer er meerdere vbo's in liggen (zie

Bijlage B.5.2). Dit is nu niet het geval; ieder onderwijscomplex komt slechts éénmaal voor, ook wanneer er meerdere vbo's binnen liggen.

Onderwijstypen en brede scholen

In paragraaf 8.2 is aangegeven dat het CBS onderscheid maakt naar:

- (speciaal) basis- en (speciaal) voortgezet onderwijs, onderscheiden als 'onderwijstypen',
- wel/geen combinaties binnen het onderwijscomplex met een andere functie zoals een sporthal, onderscheiden als 'brede scholen' of als 'gebruikstypen'.

BAG versus HEVO bouwjaren

Een niet-gepubliceerde doorrekening die ten grondslag heeft gelegen aan de zogenaamde '[sectorale routekaart PO/VO](#)', heeft de omvang van de gebouwenvoorraad op basis van verschillende bronnen in beeld gebracht. Het CBS heeft de bouwjaarklassen die hierin worden onderscheiden meegenomen in het analysebestand als zijnde 'HEVO-bouwjaarklassen', gerelateerd aan de 'Sectorale routekaart PO/VO'. Omdat we naast bouwjaarklassen ook het verbruik per *individueel* bouwjaar analyseren, maken wij echter gebruik van de bouwjaren vermeld in de BAG. Tabel 74 toont dat deze twee bronnen vrijwel overeenkomen, voor slechts 10 van de 7210 onderwijscomplexen komen de bouwjaarklassen niet overeen.

Tabel 74 Vergelijk BAG versus HEVO bouwjaarklassen, ingedeeld naar de klassen aangehouden door HEVO

HEVO/BAG		BAG					Totaal
		01_ tot 1946	02_ 1946 tot 1978	03_ 1978 tot 1992	04_ 1992 tot 2015	05_ vanaf 2010	
HEVO	01_tot 1946	726	0	0	0	0	726
	02_1946 tot 1978	0	3053	2	2	0	3057
	03_1978 tot 1992	1	0	1512	2	0	1515
	04_1992 tot 2015	0	3	0	1755	0	1758
	05_vanaf 2010	0	0	0	0	154	154
Totaal		727	3056	1514	1759	154	7210

Saldering

Omdat het CBS voor historische jaren geen inzicht geeft in teruggeleverde elektriciteit, wordt er geen rekening gehouden met saldering (zie voor meer informatie Bijlage B.4.3).

Invloed bezettingsgraad

Bij de hotels bleek de factor 'bezettingsgraad' van grote invloed te zijn op deze analyse. Voor onderwijs is deze variabele als 'aantal leerlingen' in paragraaf 8.6 bekeken. Daaruit kwam naar voren dat het totaal energieverbruik toeneemt met het aantal leerlingen per 100 m². Deze variabele wordt getoond in diverse tabellen; het (historisch) energieverbruik is echter niet naar deze variabele gedifferentieerd.

8.9.2 *Het gemiddeld verbruik in 2018*

Het CBS heeft het verbruik in zichtjaar 2018 gevalideerd, waar we in deze paragraaf eerst naar kijken. Het energieverbruik wordt eerst per individueel bouwjaar geanalyseerd. Dit zegt voornamelijk iets over het effect van aanscherpende nieuwbouwnormen, alhoewel reeds uitgevoerde renovaties het beeld ook beïnvloeden. Hierna worden de resultaten geaggregeerd naar

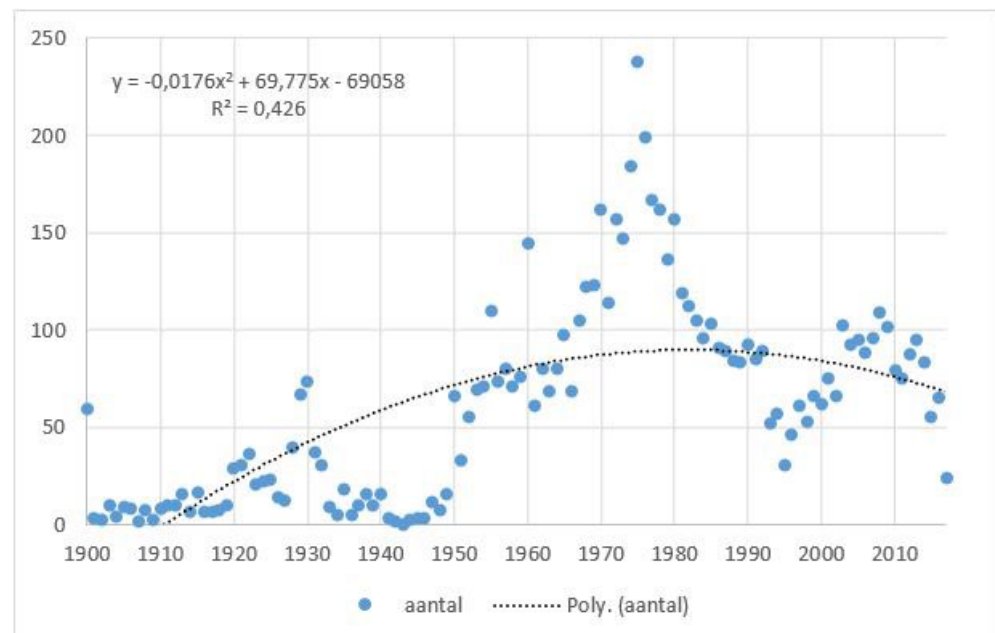
onderscheiden bouwjaar- en grootteklassen. Deze klassen vormen de basis voor de analyse van het historisch energiegebruik in paragraaf 8.10.

8.9.2.1 *Het gemiddeld verbruik in 2018, per individueel bouwjaar*

De gehele beschikbare onderwijspopulatie met een 'valide' verbruik wordt meegenomen, exclusief warmtelevering; 7210 onderwijscomplexen. Er wordt dus geen onderscheid gemaakt naar onderwijs- en/of gebruikstypen (brede scholen). Tegelijkertijd geeft Bijlage G.1 dezelfde resultaten voor de 4.717 basisschoolcomplexen binnen dit bestand. G.2 doet dit voor de 1.009 onderwijsgebouwen binnen het voortgezet onderwijs.

Aantal onderwijscomplexen naar bouwjaar en grootte

Figuur 85 toont hoeveel onderwijscomplexen er binnen het analysebestand zijn, per individueel bouwjaar, vanaf 1900. Er zijn relatief weinig onderwijscomplexen met een bouwjaar tot 1950⁵⁵. Hierna neemt het aantal per bouwjaar toe, met een opvallende piek gedurende de jaren 70.



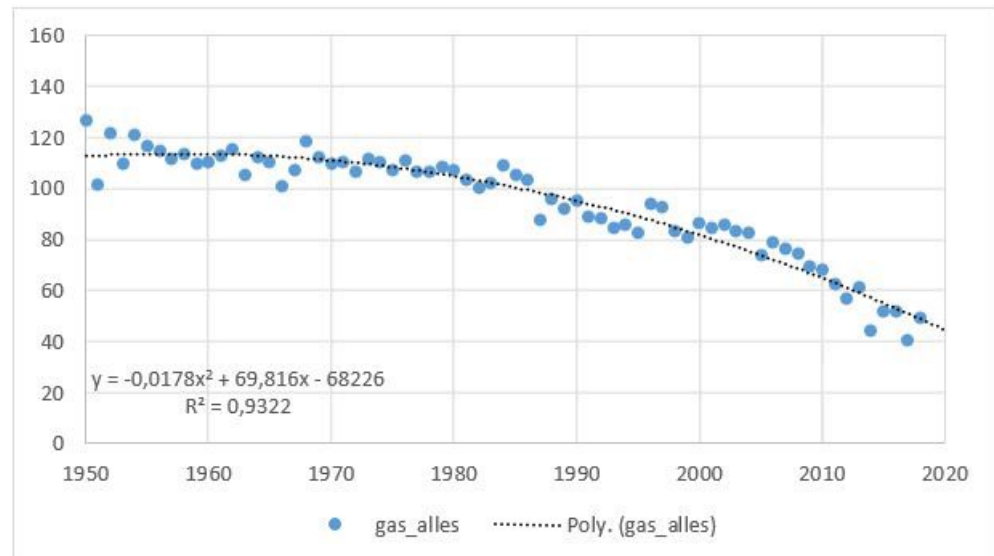
Figuur 85 Aantal onderwijscomplexen in het analysebestand per bouwjaar

In Figuur 86 wordt per individueel bouwjaar de gemiddelde gasintensiteit in het verbruiksjaar 2018 getoond, startende bij bouwjaar 1950, mits er minimaal 5 cases binnen een bouwjaar vallen. Het betreft de gehele beschikbare onderwijspopulatie met 2018 als meest recente bouwjaar⁵⁶. De zwarte stippellijn toont de trendmatige ontwikkeling voor de gehele voorraad. Duidelijk is een afnemende trend te constateren, met een zeer sterke, relatief hoge correlatiecoëfficiënt wat duidt op

⁵⁵ De eerste stip bij het bouwjaar 1900 ligt juist hoger. Binnen het analysebestand vinden we ook onderwijscomplexen met een bouwjaar van vóór 1970, zelfs startende bij 1005. Dit zijn de onnauwkeurigheden van de BAG, maar behoren volgens HEVO wel binnen de bouwjaarklasse tot 1945 (zie Tabel 74).

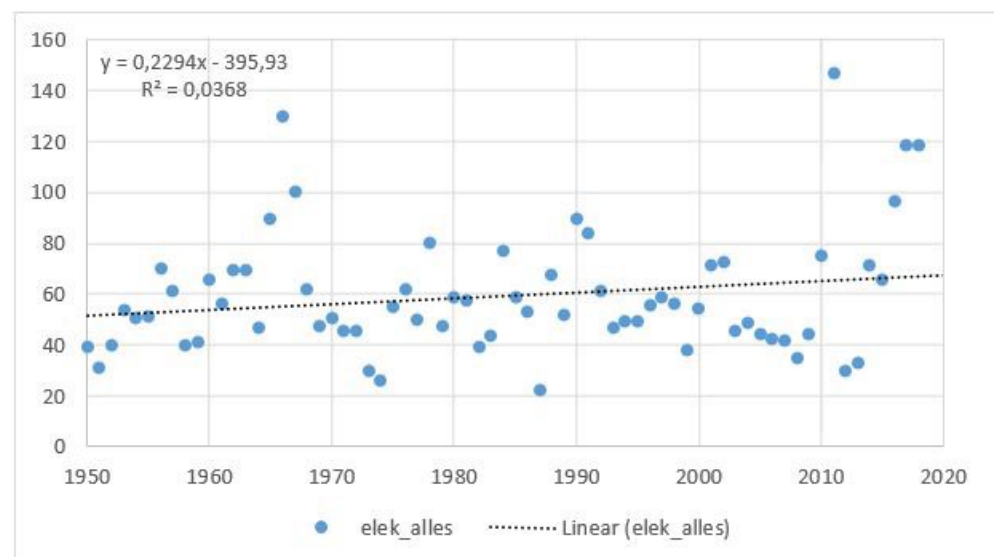
⁵⁶ In de praktijk zal deze (1) begin 2018 zijn opgeleverd, waarna het verbruik is opgehoogd (gecorrigeerd) tot een jaarverbruik, of (2) toch al voor 2018 zijn opgeleverd maar in de BAG dit bouwjaar hebben gekregen. Noot dat de periode tussen aankondiging bouw en oplevering zo'n 3 jaar in beslag kan nemen. Dit is de spreiding rondom het bouwjaar in de BAG.

een relatief kleine spreiding. Zie bijlage A.3.2.1 voor een algemene uitleg over de correlatiecoëfficiënt.



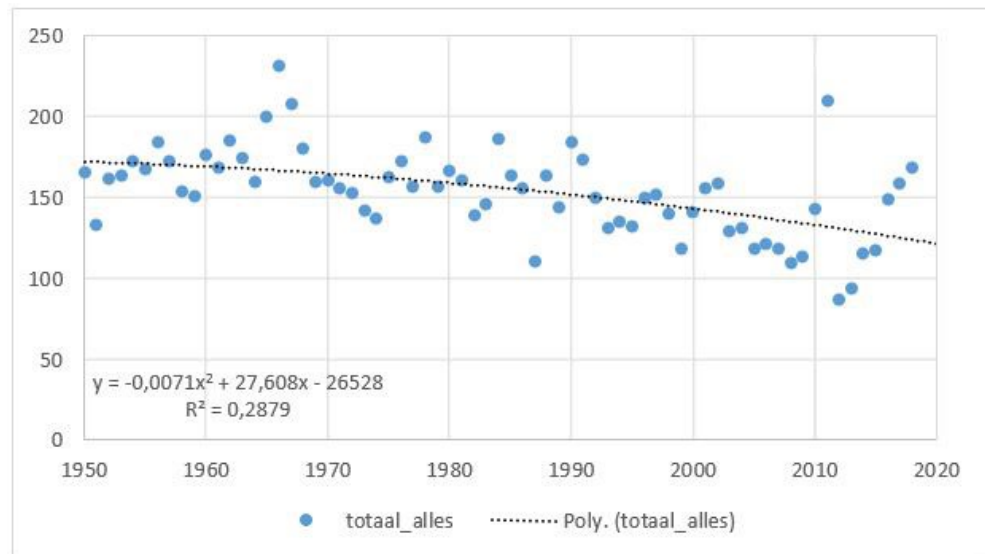
Figuur 86 Gemiddelde gasintensiteit (kWh/m²) in zichtjaar 2018, per bouwjaar (x-as), onderwijscomplexen.

Figuur 87 geeft hetzelfde voor de gemiddelde elektriciteitsintensiteit. Deze neemt trendmatig toe, maar de spreiding is nu veel groter met een zwakke correlatiecoëfficiënt.



Figuur 87 Gemiddelde elektriciteitsintensiteit (kWh/m²) in zichtjaar 2018, per bouwjaar (x-as), onderwijscomplexen.

In Figuur 88 zijn het gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik bij elkaar opgeteld. Omdat het gasverbruik domineert, is de trendmatigheid afnemend. Vanwege de grote spreiding voor het elektriciteitsverbruik is de correlatie nog steeds zwak te noemen.



Figuur 88 Gemiddelde totale gesaldeerde intensiteit (kWh/m²) in zichtjaar 2018, per bouwjaar (x-as), onderwijscomplexen.

Uit Bijlage G.1 volgt dat wanneer enkel de basisscholen eruit worden getild (exclusief het speciaal onderwijs), de correlatiecoëfficiënt voor de elektriciteitsintensiteit, en daardoor ook die van de totale intensiteit, zeer sterk worden. Het beeld voor het voortgezet onderwijs verbetert op deze wijze, zoals weergegeven in Bijlage G.2. De Bijlage geven ook de versnelde toename van de elektriciteitsintensiteit duidelijk weer, voor de recentere bouwjaren. Dit zien we ook bij andere gebouwtypen / sectoren. De reden is de aanwezigheid van koeling, mechanische ventilatie en (soms) elektrische warmtepompen en een algemene toename van het niet-gebouwgebonden elektriciteitsverbruik binnen recentere (modernere) gebouwen. Denk bij dit laatste aan een uitbreiding van ICT toepassingen (digiborden, eigen serverruimte).

In Tabel 75 wordt weergegeven hoeveel lager het verbruik in zichtjaar 2018 is voor een onderwijsgebouw met bouwjaar 2018, ten opzichte van een onderwijsgebouw uit 1950. Het rode percentage moet als onnauwkeurig worden beschouwd vanwege de grote spreiding.

Tabel 75 Procentueel lager energieverbruik in 2018 voor bouwjaar 2018, ten opzichte van bouwjaar 1950.

Bouwjaarklasse	aantal	% lager verbruik bouwjaar 2018 tov bouwjaar 1950 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
gehele onderwijssector	7.210	-57%	30%	-28%
basisonderwijs	4.717	-52%	63%	-36%
voortgezet onderwijs	1.009	-57%	79%	-30%

8.9.2.2 Het gemiddeld verbruik in 2018, naar bouwjaar- en grootteklassen

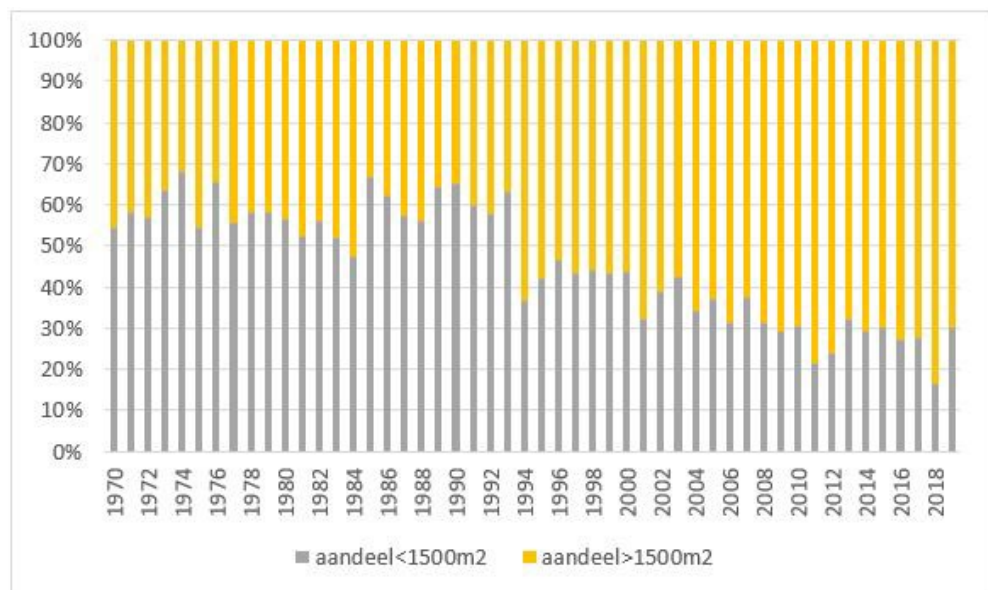
In deze paragraaf wordt het energiegebruik van de vorige paragraaf gesommeerd binnen vier bouwjaar- en twee grootteklassen. Deze klassen vormen de basis voor de analyse van het historisch energiegebruik in paragraaf 8.9.3.

De gemiddelde grootte van onderwijscomplexen

We gaan een onderscheid maken naar twee grootteklassen en zoeken daarom de mediaan binnen de populatie. Deze ligt voor de gehele populatie rond de 1500 m² gebruiksoppervlakte. Basisscholen zijn gemiddeld wat kleiner, terwijl scholen binnen het voortgezet onderwijs juist een stuk groter zijn.

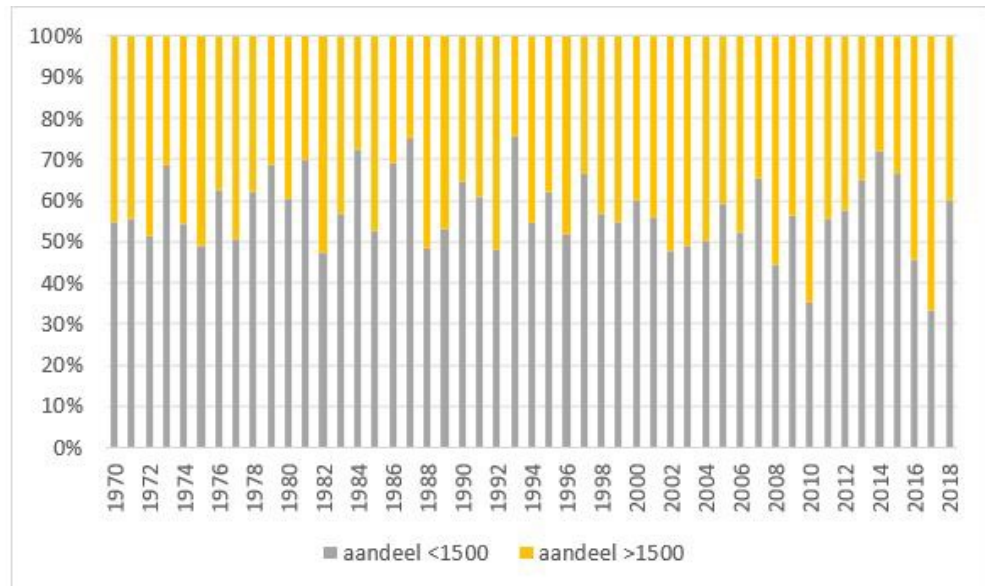
Tabel 76 Spreidingsmaten voor de grootte binnen het analysebestand.

Statistics		alles	basis- onderwijs	voortgezet onderwijs
N	Valid	7.210	4.717	1.009
Mean		2.442	1.436	6.489
Median		1.473	1.237	5.547
Std. Deviation		2.952	893	4.907
Skewness		4,21	3,27	1,87
Kurtosis		27,53	20,98	6,33
Percentiles	1	386	373	598
	5	561	517	1.166
	10	727	650	1.620
	20	959	837	2.480
	25	1.047	927	2.852
	30	1.120	1.000	3.251
	40	1.278	1.120	4.182
	50	1.473	1.237	5.547
	60	1.739	1.379	6.876
	70	2.153	1.559	8.201
	75	2.463	1.689	9.018
	80	2.911	1.853	9.808
	90	5.281	2.373	12.082
	95	8.394	2.999	15.210
99	14.417	4.916	24.470	

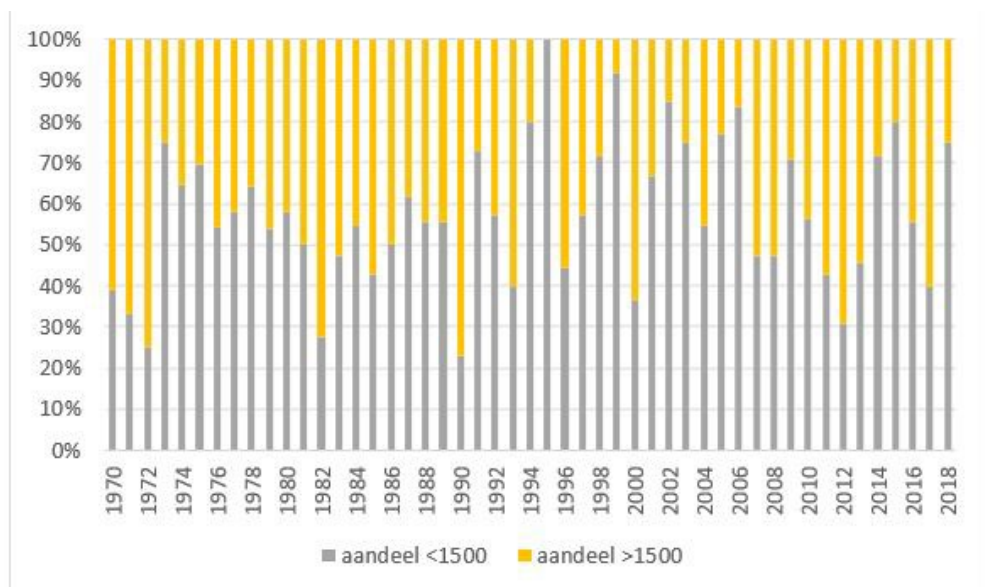


Figuur 89 Aandeel scholen naar grootte, binnen het gehele onderwijsbestand, vanaf 1970

Figuur 89 toont voor de gehele onderwijspopulatie de relatieve onderverdeling naar onderwijscomplexen kleiner-, en groter dan 1500 m²; 'startende vanaf 1970. Vanaf 1994 ligt het aandeel grotere complexen hoger. De reden hiervoor is in ieder geval een relatieve toename van het aantal scholen binnen het voortgezet onderwijs (niet getoond⁵⁷). Figuur 90 en Figuur 91 tonen namelijk dezelfde opdeling voor scholen binnen respectievelijk het basis- en het voortgezet onderwijs; waar een dergelijke trendmatigheid niet kan worden geconstateerd.



Figuur 90 Aandeel scholen naar grootte, binnen het basisonderwijs, vanaf 1970



Figuur 91 Aandeel scholen naar grootte, binnen het voortgezet onderwijs, vanaf 1970

⁵⁷ Mogelijk dat brede scholen en het speciaal onderwijs ook van invloed zijn op de geconstateerde toename, dit is niet geanalyseerd.

Het verbruik naar grootte- en bouwjaarklassen

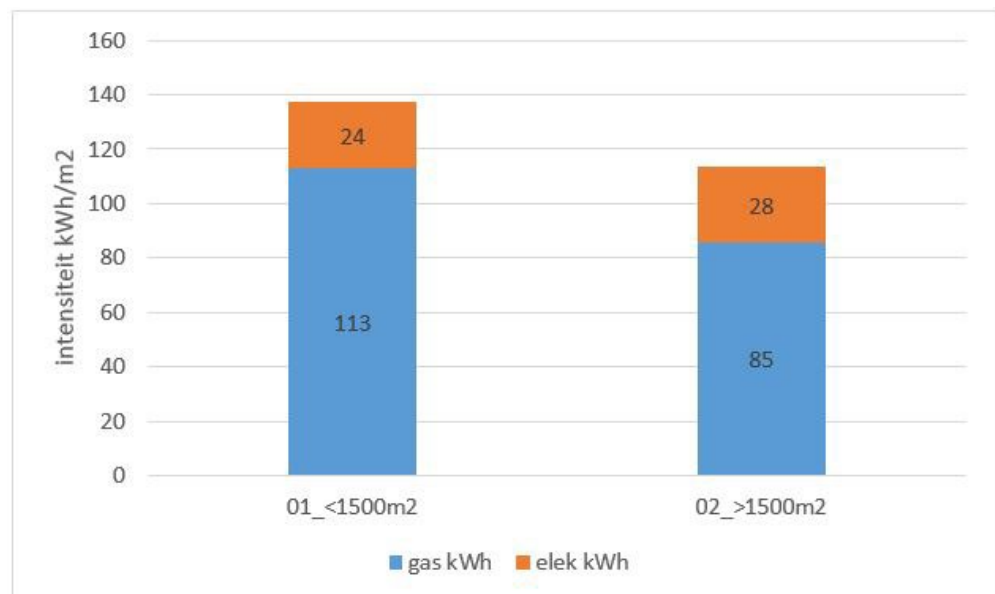
Tabel 77 toont het gas- en elektriciteitsverbruik in 2018, met een onderscheid naar twee grootte- en vier bouwjaarklassen. Ook de standaarddeviatie en het 5%- en 95%-percentiel worden getoond. De eerste kolommen geven het gemiddeld bouwjaar, oppervlak en aantal leerlingen⁵⁸ per 100 m².

Tabel 77 Intensiteiten in 2018, met een onderscheid naar grootte- en bouwjaarklassen.

		aantal	bouwjaar gemiddeld	oppervlak m ² gemiddeld	leerlingen/ 100m ² gemiddeld	gasintensiteit (m ³ /m ²)			elektriciteitsintensiteit (kWh/m ²)				
						gemiddeld	standaard deviatie	5% percentiel	95% percentiel	gemiddeld	standaard deviatie	5% percentiel	95% percentiel
grootte- klasse	01_<1500m ²	3.700	1.972	1.015	15,7	11,6	4,2	5,7	19,4	24,2	10,1	10,4	42,7
	02_>1500m ²	3.510	1.979	3.946	12,0	8,7	4,1	2,7	16,1	28,3	14,4	9,1	56,8
bouwjaar- klasse	01_tot 1975	3.179	1.953	2.163	13,9	11,5	4,3	5,0	19,5	23,2	10,0	8,8	41,6
	02_1975 tot 1992	2.118	1.981	2.277	13,9	10,6	3,9	4,9	17,5	23,8	9,7	9,2	41,9
	03_1992 tot 2010	1.340	2.002	3.076	14,1	8,4	3,6	3,1	14,8	30,4	14,1	11,5	58,5
	04_vanaf 2010	573	2.013	3.119	12,0	5,8	3,6	1,1	12,4	41,7	16,4	18,3	71,3
Totaal gemiddeld		7.210	1.975	2.442	13,8	10,2	4,4	3,7	18,1	26,2	12,6	9,6	50,0

Zowel de grootte, het bouwjaar als de bezettingsgraad beïnvloeden het verbruik. Binnen de twee onderscheiden grootteklassen ligt het gemiddeld bouwjaar niet ver van elkaar vandaan. De kleinste klasse is echter drukker bezet. Figuur 92 geeft de intensiteiten naar deze twee grootteklassen visueel weer. Het gasverbruik is hierbij omgezet naar een kWh-intensiteit. Duidelijk is te zien dat:

- de elektriciteitsintensiteit toeneemt met de grootte⁵⁹,
- de gasintensiteit afneemt met de grootte,
- het gasverbruik sterk domineert, waardoor de totale intensiteit ook afneemt met de grootte.



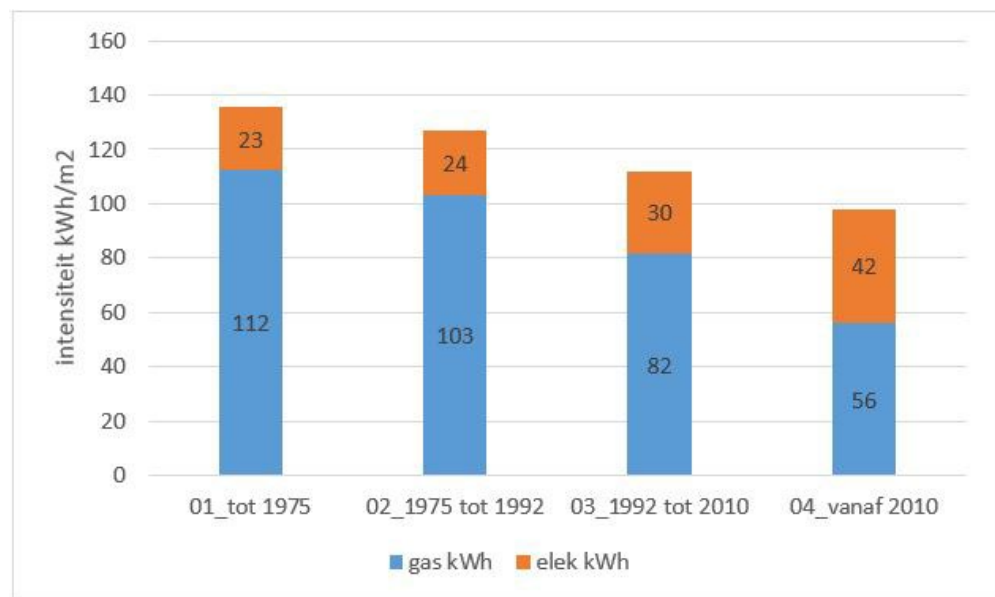
Figuur 92 Het gas- en elektriciteitsverbruik naar grootteklassen visueel weergegeven.

⁵⁸ Het aantal leerlingen per 100 m² kan beschouwd worden als de bezettingsgraad. Deze is voor 89% van de cases bekend. Wel moeten we deze met voorzichtigheid interpreteren; brede scholen hebben per definitie een groter oppervlak omdat er andere functies worden meegenomen, zoals een sporthal. Hierdoor zal de bezettingsgraad lager lijken.

⁵⁹ Noot de relatief hoge standaarddeviatie voor het elektriciteitsverbruik. Deze was verwacht gezien de grote spreiding die we eerder in Figuur 87 hadden gevonden.

Figuur 93 geeft de intensiteiten naar de onderscheiden vier bouwjaarklassen weer. Het is hierbij belangrijk te beseffen dat de gemiddelde grootte toeneemt met een recentere bouwjaarklasse, terwijl de bezettingsgraad juist afneemt (zie Tabel 77). Trendmatigheden die we in Figuur 93 zien (of verwachten), worden hierdoor beïnvloed. Duidelijk te zien dat:

- de elektriciteitsintensiteit toeneemt met een recenter bouwjaar (alhoewel deze toename voor de twee oudste bouwjaarklasse relatief klein is),
- de gasintensiteit afneemt met een recenter bouwjaar,
- het gasverbruik domineert (alhoewel deze dominantie voor de meest recente bouwjaarklasse beperkt is), waardoor de totale intensiteit ook afneemt met een recenter bouwjaar.



Figuur 93 Het gas- en elektriciteitsverbruik naar bouwjaarklasse visueel weergegeven.

8.9.3 *Het gemiddeld historisch verbruik over de periode 2010-2019*

De vorige paragraaf keek naar de invloed van het bouwjaar op het verbruik in zichtjaar 2018. Dit zegt voor de recentere jaren vooral iets over het effect van aanscherpende normen voor nieuwbouw. In deze paragraaf proberen we het effect van uitgevoerde renovaties te analyseren.

Naast het door het CBS gecontroleerde gas- en elektriciteitsverbruik in zichtjaar 2018 (omschreven als 'valide verbruik'), heeft het CBS ook het verbruik over de periode 2010-2017 en in 2019 toegevoegd aan het analysebestand. Dit verbruik analyseren we in de komende twee sub paragrafen. Enkel de voorraad tot 2010 wordt meegenomen; zie dit als 'bestaande bouw die mogelijk gerenoveerd is'. 'Nieuwbouw' neergezet vanaf 2010 is dus niet meegenomen. Op deze manier krijgen we inzicht in het effect van uitgevoerde renovaties. Maar mogelijke zogenaamde 'structureffecten'⁶⁰ kunnen het verbruik ook hebben beïnvloed.

Bouwjaar pand versus installatiejaar EAN meters

Voor de identificatie van het bouwjaar wordt gebruik gemaakt van de BAG. We weten dat de BAG niet perfect is en vonden soms toch een historisch energiegebruik voor recente gebouwen, wat in theorie natuurlijk niet kan. Naast de gebruikelijke onvolmaaktheden van data, vond het CBS ook situaties zoals hieronder beschreven:

- Sommige onderwijscomplexen bestaan uit meerdere objecten (BAG vbo's). Die objecten kunnen op verschillende momenten zijn gebouwd. Denk aan een school met gymlokaal waarbij de school in 1990 is gebouwd en de gymlocatie pas in 2015. Het complex is door het CBS toegevoegd aan het analysebestand waarbij de EAN meters uit 2010 zijn gekoppeld, Hierdoor is ook het verbruik vanaf 2010 toegekend aan dit in 2015 uitgebreide complex.
- In de BAG wijzigt het bouwjaar na belangrijke mutaties zoals verbouwing. In sommige gevallen zien we dat het object bijvoorbeeld nu met bouwjaar 2016 in de BAG staat, terwijl het voorheen met een eerder bouwjaar in de BAG stond, waar de EAN meters van toen bij zijn geplaatst.
- Een ander voorbeeld is een oudere school die volledig is afgebroken waarna op dezelfde plek een nieuwe school is gebouwd, met een ander BAG id, maar met dezelfde EAN aansluiting als voorheen. De nieuwe school met een recent bouwjaar is dus gekoppeld aan een oudere EAN id.

Het algemene vermoeden is nu dat er meestal sprake is van een uitbreiding en/of verbouwing, wanneer we een historisch verbruik zien bij een recenter gebouw. Dit past op zich prima bij de doelstelling van deze analyse; het effect van renovaties analyseren. Hierbij moet men dan nog bewust zijn van het feit dat (1) enkele 'renovaties' bestaan uit sloop/nieuwbouw, (2) het voorkomt dat een oppervlak in de loop der tijd is veranderd, waardoor intensiteiten voor diverse zichtjaren foutief zijn berekend. We gaan er overigens van uit dat deze situaties relatief weinig voorkomen en de gepresenteerde resultaten daarom niet sterk hebben beïnvloed.

⁶⁰ Denk aan een veranderende bezetting of openingstijden, hogere gastarieven waardoor de thermostaat lager is gezet. De Coronaperiode 2020/2021 met gesloten scholen gedurende een bepaalde periode, en mogelijk voor kantoren een andere manier van werken erna, waarbij gedeeltelijk thuiswerken de norm is geworden, zou een typisch structureffect zijn.

Graaddagen

Het gasverbruik dat ingezet wordt voor ruimteverwarming⁶¹ is gecorrigeerd voor graaddagen waarbij het zichtjaar 2018 als referentiejaar dient. Figuur 134 in Bijlage F toont de afnemende trendmatigheid van graaddagen over de beschouwde periode waarmee moet worden geconcludeerd dat het warmer is geworden. Dezelfde Bijlage legt uit hoe de correctie tot stand is gekomen.

Aanvullende analysefilters

Een aantal aanvullende filters waren noodzakelijk omdat het CBS het energieverbruik van enkel zichtjaar 2018 heeft gevalideerd. Hierdoor verliezen we ongeveer 15% van de populatie. Toegevoegd is:

- Cases gaan enkel mee wanneer alle zichtjaren een elektriciteitsverbruik hebben.
- Het gasverbruik mag enkel gedurende een zichtjaar nul worden, wanneer dit vervolgens tot en met 2019 gehandhaafd blijft; dit duidt op een overstap naar een all-electric systeem. Op zich kan een complex ook *in het midden* van deze tijdreeks een ontbrekend gasverbruik hebben vanwege leegstand, maar dit kunnen we niet onderscheiden van een data-issue. Een data-issue kan zijn dat het verbruik van een EAN meter eenvoudigweg voor één zichtjaar niet beschikbaar is in de aangeleverde data door netwerkbedrijven.

8.9.3.1 *Het gemiddeld historisch verbruik, naar bouwjaarklassen*

In Figuur 94 wordt de historische ontwikkeling weergegeven van het gemiddeld, gecorrigeerd, werkelijk gasverbruik, startende vanaf 2010. Er worden hierbij drie bouwjaarklassen onderscheiden waarvoor de gekleurde lijnen de best-fit trendlijnen weergeven. De zwarte lijn geeft het trendmatig gemiddelde voor de *gehele* populatie weer (die hier vrijwel samenvalt met de waarden voor de middelste bouwjaarklasse). Figuur 95 doet hetzelfde voor het elektriciteitsverbruik.

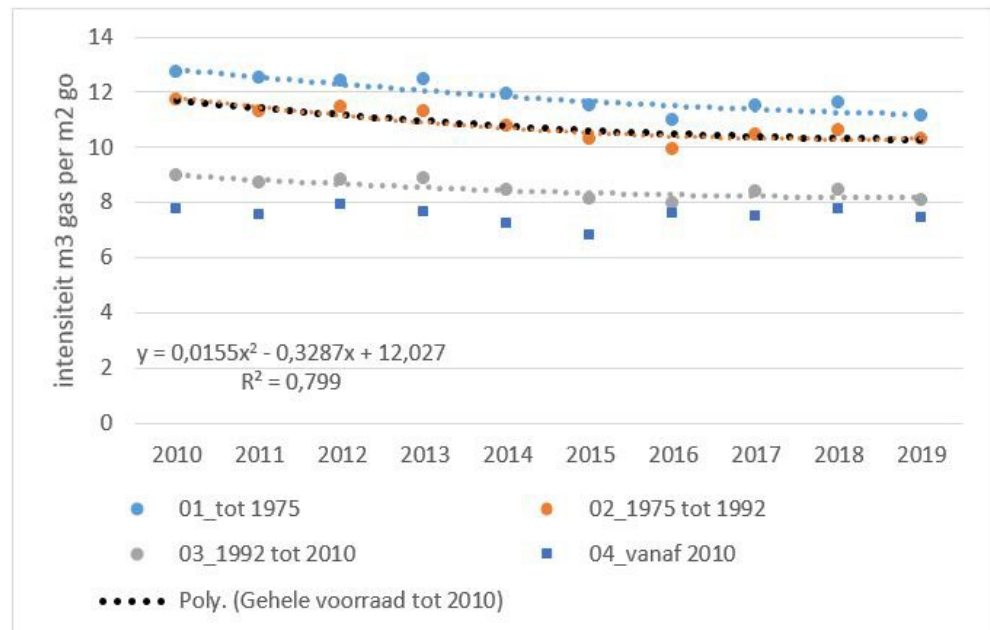
Belangrijk:

- Zoals aan het begin van deze sub paragraaf is weergegeven, betreft dit de populatie gebouwd vóór 2010.
- In een later stadium is op aanvraag van Kenniscentrum Ruimte-OK ook weergegeven wat het verbruik is voor de populatie gebouwd [04_vanaf 2010]. Deze 110 onderwijsgebouwen staan los van de zwarte lijn [Gehele voorraad tot 2010]. Gebleken is echter ook dat wanneer deze groep wel zou worden meegenomen binnen het totaal, de zwarte lijn nauwelijks verschuift. Het gasverbruik zou gemiddeld 0,6% lager liggen; het elektriciteitsverbruik 0,7% hoger en het totaal energiegebruik 0,1% hoger. De reden voor deze beperkte invloed is de relatief kleine omvang van de populatie⁶².

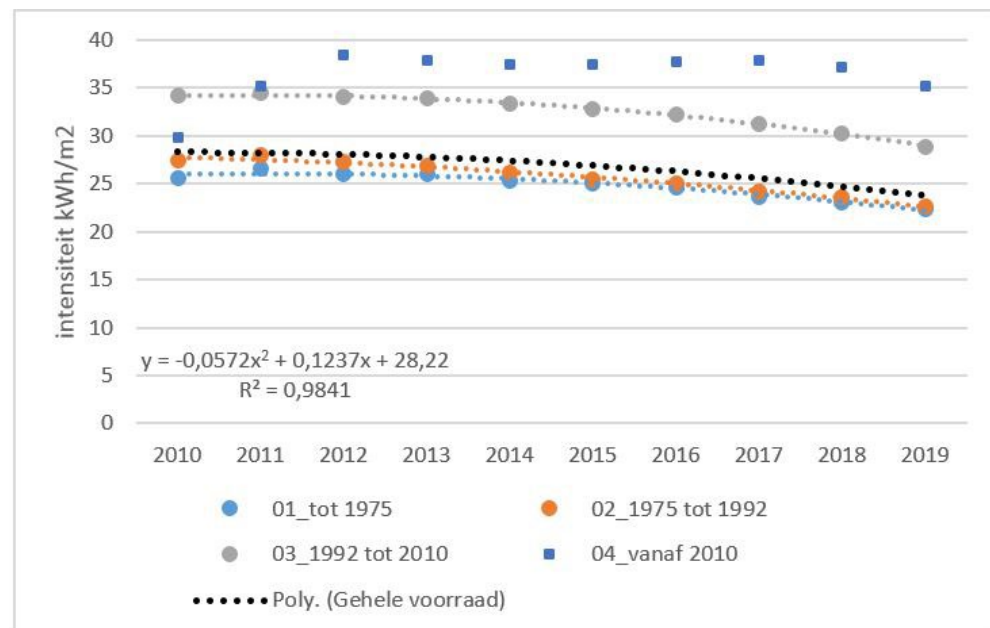
⁶¹ Een heilige graal binnen ons vakgebied is de opdeling van het energiegebruik naar energiefuncties. De graaddagencorrectie zou moeten plaatsvinden op enkel het gasverbruik voor ruimteverwarming, niet op het gasverbruik voor warmtapwaterbereiding. Volgens het verouderde (Meijer & Verweij, 2009) gaat zo'n 99,6% van het gasverbruik van lagere- en middelbare scholen naar ruimteverwarming. Hier is wat bij voor te stellen. Deze populatie bevat echter ook 'brede scholen', waarbij de onderwijsfunctie gecombineerd kan zijn met andere functies. Denk hierbij aan sportfuncties en kinderopvang. Een grove inschatting heeft geleid tot het uitgangspunt dat 94% van het gasverbruik wordt ingezet voor ruimteverwarming. Noot dat een procentje meer of minder voor deze factor het eindresultaat weinig beïnvloed. Hetzelfde geldt voor nu genegeerde elektrische warmtepompen die mogelijk voorkomen binnen deze populatie, waarvoor zou gelden dat de graaddagencorrectie van toepassing zou zijn op een deel van het elektriciteitsverbruik.

⁶² Wat op zichzelf iets zegt over de beperkte invloed van nieuwbouw op het energiegebruik van een gehele voorraad; hierbij is echter nog niet de invloed van sloop meegenomen.

- Houd de opmerking van voetnoot 56 in gedachten dat een in de BAG vermeld bouwjaar niet per se het jaar van oplevering betreft.



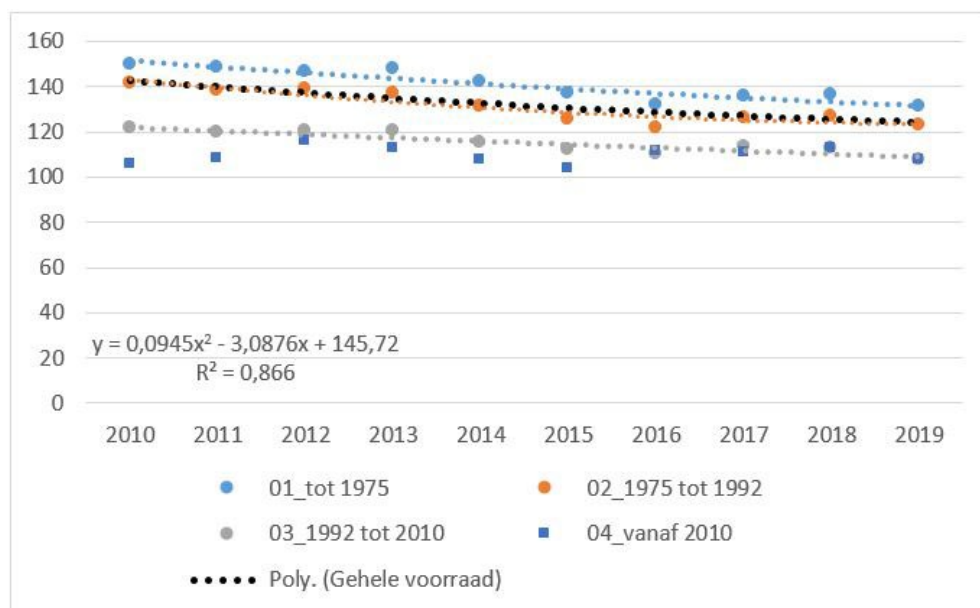
Figuur 94 Historisch ontwikkeling gemiddeld, gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (m³/m²) onderwijscomplexen, bouwjaarklassen.



Figuur 95 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) onderwijscomplexen, bouwjaarklassen.

Uit de figuren volgt dat de onderwijssector energiezuiniger is geworden; zowel de gas- als de elektriciteitsintensiteit nemen af van 2010 naar 2019. De snelheid van deze afname lijkt voor het gasverbruik af te nemen, terwijl deze voor het elektriciteitsverbruik juist lijkt toe te nemen. Noot dat de elektriciteitsintensiteit van de meest recente bouwjaarklasse het hoogst ligt, wat we ook al zagen in paragraaf 8.9.2.1.

In Figuur 96 zijn voorgaande twee verbruiken bij elkaar opgeteld tot een totaal energiegebruik. Bijlage 0 geeft de achterliggende data voor deze figuren.



Figuur 96 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) onderwijscomplexen, bouwjaarklassen.

Tabel 78 toont de trendmatige procentuele afname van het verbruik in voorgaande drie figuren over de periode 2010-2019. Over deze periode is het gasverbruik van de oudste twee bouwjaarklasse het meest afgenomen. De relatieve afname van het elektriciteitsverbruik is sterker voor iedere bouwjaarklasse. De onderwijssector is in 9 jaar tijd 13% minder energie per m² gaan gebruiken.

Tabel 78 Trendmatige procentuele afname van het (gecorrigeerd) verbruik in voorgaande drie figuren over de periode 2010-2019, bouwjaarklassen

Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_tot 1975	2.652	-13%	-15%	-13%
02_1975 tot 1992	1.819	-13%	-19%	-14%
03_1992 tot 2010	1.164	-9%	-15%	-11%
Alles	5.635	-12%	-16%	-13%

Inzoomen op Basis- en voortgezet onderwijs

Op verzoek van [Kenniscentrum Ruimte-OK](#) is voorgaande analyse herhaald voor enkel het basis- respectievelijk het voortgezet onderwijs. Het speciaal onderwijs en de brede scholen zijn hierbij genegeerd. In Bijlage G.4 en G.5 worden achterliggend data en figuren per onderwijstype getoond. Verschillen die worden gevonden zijn:

- Schoolgebouwen binnen het voortgezet onderwijs zijn gemiddeld een factor 4,5 groter terwijl de bezettingsgraad 26% lager ligt.
- De gasintensiteit ligt mede hierdoor zo'n 7% lager; terwijl de elektriciteitsintensiteit 44% hoger ligt (gemiddelde over 2010-2019).

- Het gemiddeld bouwjaar is voor beide onderwijstypen vrijwel identiek (binnen de beschikbare dataset).

Onderstaande tabellen geven voor beide onderwijstypen de finale besparingspercentages over de periode 2010-2019. Conclusie is dat het besparingstempo in beide sectoren onder de streep ongeveer gelijk is.

Tabel 79 Trendmatige procentuele afname van het (gecorrigeerd) verbruik, basisonderwijs, bouwjaarklassen.

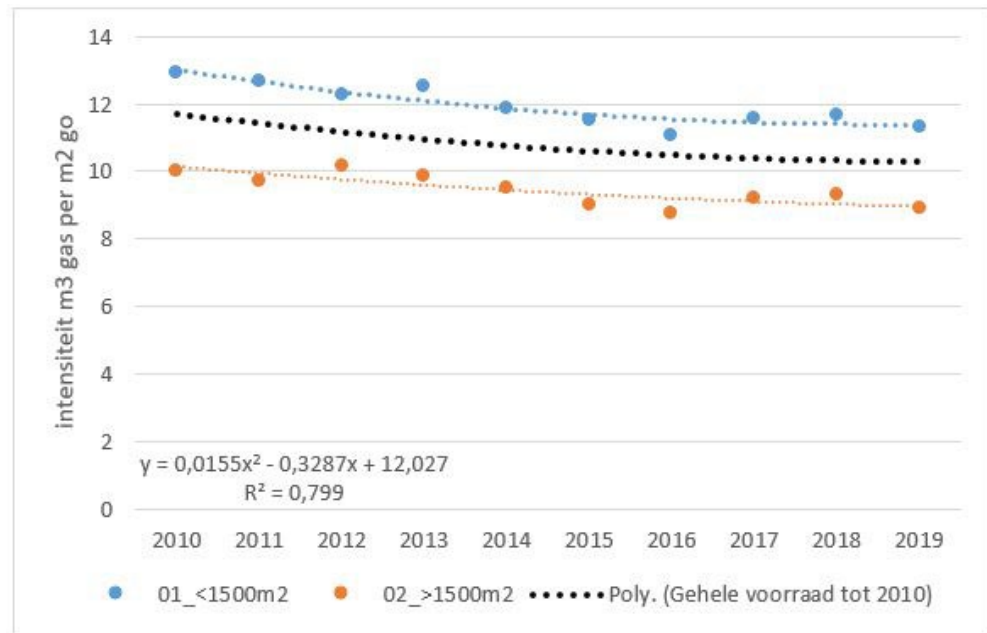
Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_tot 1975	2.068	-12%	-16%	-12%
02_1975 tot 1992	1.441	-12%	-20%	-14%
03_1992 tot 2010	845	-8%	-15%	-10%
Alles	4.354	-11%	-17%	-12%

Tabel 80 Trendmatige procentuele afname van het (gecorrigeerd) verbruik, voortgezet onderwijs, bouwjaarklassen.

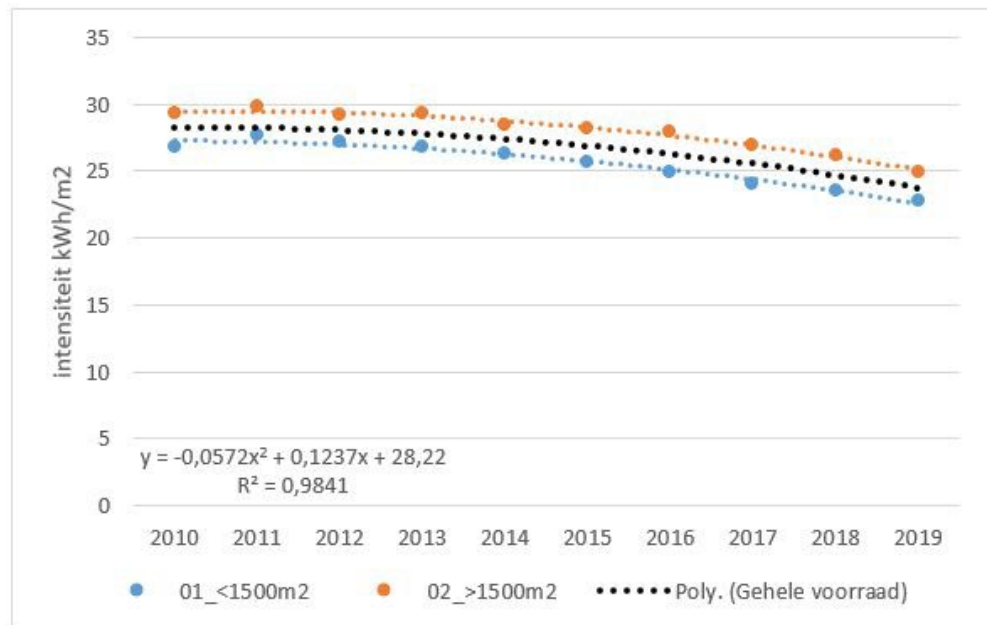
Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_tot 1975	406	-14%	-13%	-13%
02_1975 tot 1992	247	-8%	-18%	-11%
03_1992 tot 2010	234	-9%	-18%	-12%
Alles	887	-11%	-16%	-12%

8.9.3.2 *Het gemiddeld historisch verbruik, naar grootteklassen*

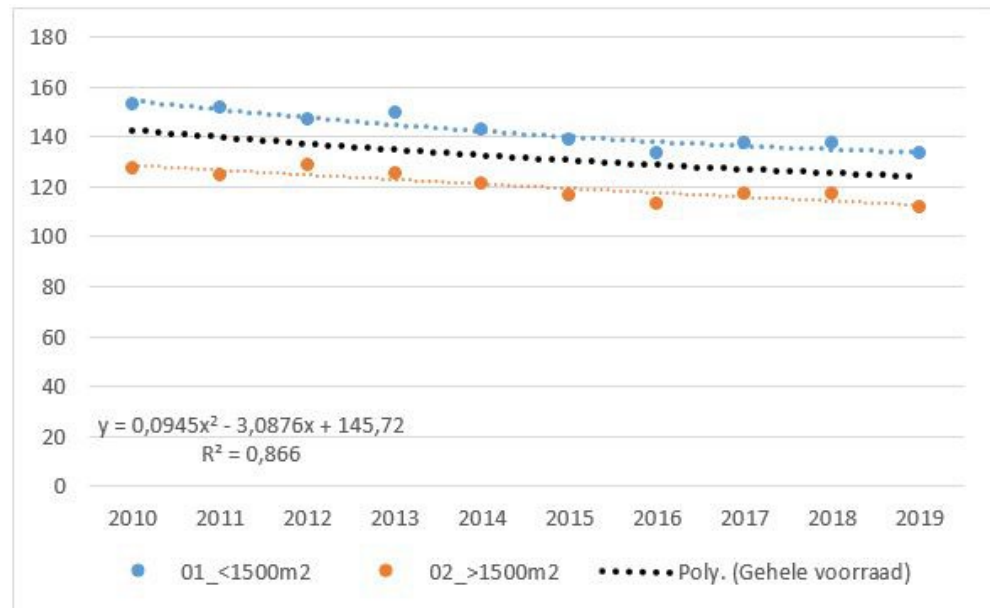
De vorige paragraaf wordt herhaald, maar nu is de voorraad tot 2010 opgedeeld naar 2 grootteklassen. Figuur 97 toont de ontwikkeling voor het gasverbruik, Figuur 98 die voor het elektriciteitsverbruik. In Figuur 99 zijn voorgaande twee verbruiken bij elkaar opgeteld tot een totaal energiegebruik. Bijlage G.6 geeft de achterliggende data.



Figuur 97 Historisch ontwikkeling gemiddeld, gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (m³/m²) onderwijscomplexen, grootteklassen.



Figuur 98 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) onderwijscomplexen, grootteklassen..



Figuur 99 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) onderwijscomplexen, grootteklassen.

Conclusies voor de gehele voorraad (de zwarte lijn) zijn uiteraard hetzelfde als in de vorige paragraaf. De figuren geven weer dat de invloed van de grootteklasse relatief gezien het grootst is op het gasverbruik. Tabel 81 toont dat de procentuele afname per onderscheiden grootteklasse weinig verschilt.

Tabel 81 Trendmatige procentuele afname van het (gecorrigeerd) verbruik in voorgaande drie figuren over de periode 2010-2019, onderwijscomplexen, grootteklassen.

Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_ <1500m2	3.065	-12%	-17%	-13%
02_ >1500m2	2.570	-12%	-15%	-12%
Alles	5.635	-12%	-16%	-13%

Inzoomen op Basis- en voortgezet onderwijs

Ook deze analyse is op verzoek van [Kenniscentrum Ruimte-OK](#) herhaald voor enkel het basis- respectievelijk het voortgezet onderwijs. In Bijlage G.7 en G.8 worden achterliggend data en figuren per onderwijstype getoond. Observaties die zijn gedaan:

- Het aantal gebouwen binnen het voortgezet onderwijs ligt (binnen deze populatie) 90% lager in vergelijking tot het aantal binnen het basisonderwijs. Omdat deze gebouwen in het algemeen ook flink groter zijn, is de populatiegrootte binnen de onderscheiden grootteklasse tot 1500 m² relatief klein. Dit zien we terug in de grotere spreiding van het historisch gasverbruik (zie Figuur 156).
- Voorgaande invloed is niet zichtbaar op de spreiding binnen het historisch elektriciteitsverbruik. Wat hier vooral opvalt is (vergelijk Figuur 157 met Figuur 154):

- de elektriciteitsintensiteit voor de kleinste grootteklasse ligt nu lager in plaats van hoger,
 - over de periode 2010-2019 daalt deze maar weinig.
- Het gemiddeld gasverbruik ligt bij het voortgezet onderwijs voor beide onderscheiden grootteklassen hoger dan bij het basisonderwijs (vergelijk Figuur 156 met Figuur 153). Maar vooral het verbruik van de gebouwen tot 1500 m² ligt een stuk hoger (gemiddeld 30%)⁶³.

Onderstaande tabellen geven voor beide onderwijstypen de finale besparingspercentages over de periode 2010-2019. Conclusie is dat het besparingstempo in beide sectoren onder de streep ongeveer gelijk is. Wat vooral opvalt is de al vermelde relatief lage daling van het elektriciteitsverbruik bij het voortgezet onderwijs voor de gebouwen tot 1500 m² (-5%).

Tabel 82 Trendmatige procentuele afname van het (gecorrigeerd) verbruik, basisonderwijs, grootteklassen.

Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01 <1500m2	2.877	-11%	-18%	-12%
02 >1500m2	1.477	-11%	-14%	-11%
Alles	4.354	-11%	-17%	-12%

Tabel 83 Trendmatige procentuele afname van het (gecorrigeerd) verbruik, voortgezet onderwijs, grootteklassen.

Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01 <1500m2	78	-14%	-5%	-13%
02 >1500m2	809	-11%	-17%	-12%
Alles	887	-11%	-16%	-12%

⁶³ Aanvullende opmerking vanuit Kenniscentrum Ruimte-OK: de compactheidsklasse/vormfactor kan hier een rol spelen. In VO zie je ruimer opgezette gebouwen met meer gangen en procentueel gezien grotere kantines i.v.t. het aantal leerlingen. Daarnaast zal een stukje proces gebonden gasverbruik meespelen. Ook zitten in het VO vaker gymzalen in het gebouw zelf dan bij PO. Voorgaande doet het verbruik per m² vloeroppervlak toenemen. Aan de andere kant hebben VO scholen vaker meerdere verdiepingen wat de gasintensiteit doet afnemen.

8.10 Samenvatting onderwijsfunctie

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere gebouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de onderwijsfunctie. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug. Het CBS heeft niet de beschikking over de onderwijstypen MBO, HBO en WO; enkel het basis- en voorgezet onderwijs is geanalyseerd.

BENG2 is gerelateerd aan het gebouwgebonden verbruik, paragraaf 2.3 gaat hier op in (zie ook de definities in paragraaf 2.5). De BENG2 Eindnorm ligt voor de onderwijsfunctie op 70 kWh/m² (zie Tabel 5). Deze valt binnen label A3+ welke loopt van 50 t/m 100 kWh/m² (zie Tabel 4 en de verwijzing daar naar (BZK, 2020a)). We gaan daarom uit van label A3+, waarmee het deel dat een verbruik heeft van 70 t/m 105 kWh/m² de Eindnorm nog niet heeft gehaald. Vanuit de inijkingstudie vallen 3 cases binnen energielabel A3+, wat betekent dat er geëxtrapoleerd moet worden.

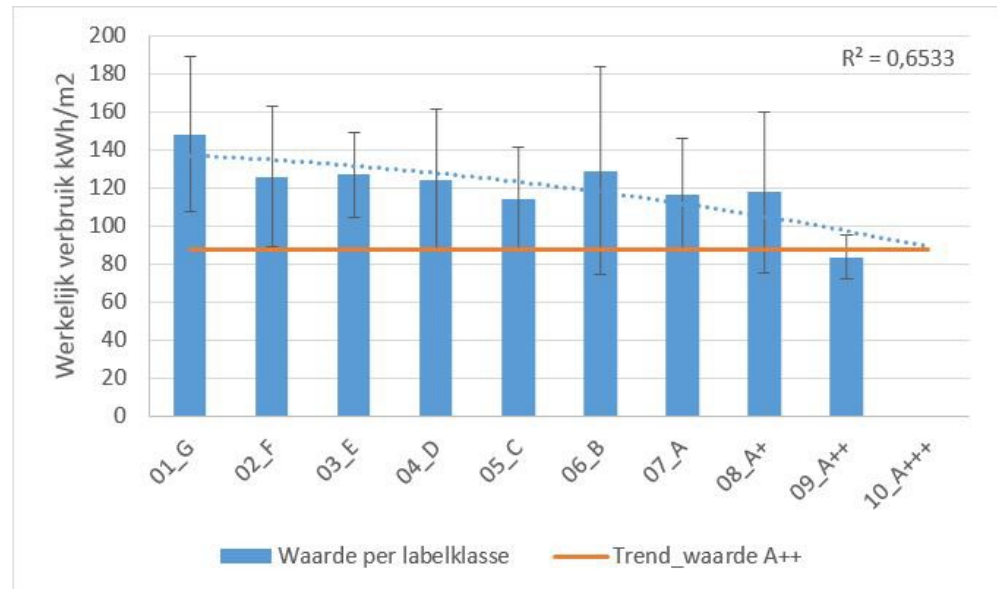
1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?

In paragraaf 8.3.1 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. Het CBS bestand bevat 6.309 onderwijscomplexen waarvan het energiegebruik is gevalideerd en die geschikt zijn voor onze analyse. Noot dat dit de individuele vbo's zijn die binnen onderwijscomplexen liggen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 125 kWh/m². De spreiding is relatief klein; we vinden een procentuele standaarddeviatie van 36%. De 5% en 95%-percentielen liggen op 59 en 207 kWh/m². Zie Bijlage A voor achtergrondinformatie rondom deze begrippen.

In paragraaf 8.3.2 blijkt dat het gemiddeld verbruik van basis- en voorgezet onderwijs vrijwel identiek is. Dit zal de achterliggende reden zijn dat de standaarddeviatie relatief klein is. De twee onderwijssoorten worden samengevoegd voor de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik.

In paragraaf 8.4 is ingezoomd op de 129 NTA-gelabelde cases; dit is 2% van de startpopulatie. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt hier op dezelfde waarde. Figuur 100 toont het gemiddeld werkelijk verbruik per labelklasse en de spreiding (de standaarddeviatie) hierin. Het (trendmatig en geëxtrapoleerd) gemiddeld werkelijk verbruik voor label A3+ ligt rond de 88 kWh/m². Dit is de labelklasse die we hebben gerelateerd aan de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 70 kWh/m². De grote spreiding per labelklasse geeft echter aan dat een individueel onderwijscomplex met dit werkelijk verbruik ook binnen labelklassen D t/m A2+ zou kunnen vallen. Hiermee kan deze waarde niet als een gelijkwaardig alternatief dienen. De grote spreiding wordt veroorzaakt door twee redenen. Ten eerste is de NTA gelabelde populatie klein, waarmee spreidingen meestal ook toenemen. Ten tweede geldt voor de meeste bouwtypen dat we de variabelen niet in beeld hebben die de spreiding *daadwerkelijk* verklaren; denk bijv. aan openingstijden, bezettingsgraden en thermostaatinstellingen. Uit de analyse van het historische energiegebruik (zie hieronder) komt echter een opvallend lage spreiding naar voren bij het onderwijs, zeker voor de basisscholen. Het zou kunnen zijn dat dit soort variabelen binnen het basis- en voortgezet onderwijs relatief gezien minder spreiding vertonen en

daardoor de spreiding in het energiegebruik ook minder beïnvloeden. Als dit zo is, wordt de spreiding binnen de NTA gelabelde voorraad eerder veroorzaakt door de kleine populatie die we hebben. Aanvullend onderzoek is nodig om deze uitspraak te verifiëren.



Figuur 100 Invloed labelklasse op het werkelijk verbruik, met de standaarddeviatie; herhaling van Figuur 81

2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

De invloed van gebouwtype, oppervlakteklasse en energielabel op het energiegebruik is onderzocht. Vanuit de kwantitatieve analyses en door te putten uit inmiddels opgedane kennis, concluderen we het volgende qua beïnvloeding van het totaal energiegebruik:

- Het onderscheid naar basis- en voortgezet onderwijs heeft slechts een marginale invloed op het totaal energiegebruik.
- De gewogen standaarddeviatie doet vermoeden dat de labelklasse tot maximaal 17% van de spreiding verklaart. De invloed van de labelklasse vertoont echter een matige trendmatigheid (zie bovenstaande figuur).
- De gewogen standaarddeviatie doet vermoeden dat de grootklasse slechts 4% van de spreiding verklaart. Deze waarde komt voort uit een analyse van de gehele voorraad; de analyse naar grootteklassen binnen de gelabelde voorraad gaf geen duidelijke trendmatigheid.
- Het aantal leerlingen per 100 m², een maat voor de bezettingsgraad, lijkt het totaal verbruik ook significant te beïnvloeden, maar in mindere mate dan de grootteklasse. De twee hebben bovendien een onderlinge afhankelijkheid, waarmee de grootteklasse de dominantere onafhankelijke variabele lijkt te zijn.

Het hebben van liften, een persluchtinstallatie, een serverruimte, of het bereiding van voedingsmiddelen lijkt volgens de EML analyse geen grote invloed te hebben op het totaal energiegebruik.

- 3 *Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik in kWh per m², bij de voorgestelde BENG2 Eindhoven.*

Deze tabel kan voor de onderwijsfunctie niet geproduceerd worden door gebrek aan beschikbare data. Door het aantal grootteklassen terug te brengen naar slechts twee, was het wel mogelijk om het energiegebruik te tonen voor elf combinaties van grootte- en labelklassen. Hier kwam echter geen logische trendmatigheid uit waardoor het niet zinvol is een geëxtrapoleerde waarde voor label A3+ te bepalen.

- 4 *Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 Eindhoven 'als bovenwaarde zal hebben'.*

Met dezelfde redenen is ook deze tabel niet geproduceerd.

❖ *Het historisch energieverbruik en de invloed van bouwjaren, paragraaf 8.9*

Aanvullend op het beantwoorden dan de onderzoeksvragen is voor onderwijscomplexen gekeken naar de ontwikkeling van het historisch energieverbruik. Zowel de gas- als de elektriciteitsintensiteit van de bestaande voorraad met een bouwjaar tot 2010 is over de periode 2010-2019 afgenomen. Voorgaande gesommeerd, doet het trendmatig totaal energiegebruik over deze periode met 13% afnemen. Dit ligt tussen de afname van de winkels_nonfood (-14%) en de zorgsector (-11%) in. De drie onderscheiden bouwjaarklassen beïnvloeden zowel het historisch gas- als elektriciteitsverbruik. Het onderscheid naar twee grootteklassen heeft voornamelijk invloed op het historische gasverbruik.

Als er naar één zichtjaar wordt gekeken, bijv. het verbruik in 2018, dan ligt het gasverbruik van scholen met een recenter bouwjaar lager in vergelijking tot de oudere scholen, terwijl het elektriciteitsverbruik dan juist hoger ligt. De trendmatigheden van het verbruik naar individuele bouwjaren zijn vooral voor de basisscholen 'mooi', met een relatief kleinere spreiding en hogere correlatie. Dit zou kunnen betekenen dat allerlei externe factoren die we niet in beeld hebben en die de spreiding bij ander bouwtypen sterk doet toenemen, minder hun stempel drukken bij de basisscholen. Denk hierbij aan onderwerpen als de bezettingsgraad, openingstijden, thermostaatinstellingen, etc. Ook is de populatie basisscholen relatief groot, wat helpt om de spreiding verder te verkleinen.

9 De industriefunctie; grootschalig logistiekvastgoed

9.1 Leeswijzer

Het CBS heeft voor de industriefunctie een analysebestand beschikbaar met daarbinnen 'grootschalig logistiekvastgoed'. Deze data is ook verwerkt in een online dashboard. In Hoofdstuk 3 wordt bij de winkelanalyse verwezen naar Bijlage B waarin het zogenaamde CBS 'Retail' databestand wordt toegelicht. Deze bijlage zal in grote lijnen ook van toepassing zijn op de databestanden die voor de overige gebouwcategorieën zijn gebruikt. Enkele door CBS gekoppelde databronnen en ingestelde kwantitatieve filters kunnen echter afwijken. Een aantal belangrijke aspecten die afwijken voor de industriefunctie is verwoord in paragraaf 9.2. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in paragraaf 2.2. Omdat de industriefunctie niet labelplichtig is, kunnen slechts enkele van deze onderzoeksvragen beantwoord worden.

- Paragraaf 9.3 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: 'Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?'. Ook geeft de paragraaf inzicht in de invloed van het onderscheid naar gebouwen met- en zonder productkoeling; als onderdeel van de tweede onderzoeksvraag.
- Paragraaf 9.4 geeft inzicht in de invloed van bouwjaarclassen, als alternatief voor de ontbrekende labelclassen.
- Paragraaf 9.5 geeft inzicht in de invloed van grootteclassen; maar dan voor de gehele voorraad (in plaats van in te zoomen op de ontbrekende gelabelde voorraad).
- In paragraaf 9.6 worden voorgaande twee paragrafen gecombineerd en wordt het effect van bouwjaarclassen binnen grootteclassen geanalyseerd.
- Paragraaf 9.7 beschrijft waarom de EML geen aanvullend inzicht geeft in variabelen die de spreiding veroorzaken.
- Paragraaf 9.8 tenslotte beantwoordt in de vorm van een samenvatting, waar mogelijk, de onderzoeksvragen met de resultaten uit voorgaande paragrafen.

9.2 Inleiding

Door CBS onderscheiden 'gebouwtypen'

Het CBS dashboard 'Energieverbruik grootschalig logistiekvastgoed, 2019' (CBS, 2021a) is het startpunt voor deze analyse. CBS beschrijft in de Technische Toelichting: 'De onderzoekspopulatie bestaat uit grootschalige logistiekcomplexen. Deze complexen kunnen bestaan uit één of meerdere BAG-panden. Grootschalige logistiekcomplexen zijn geïdentificeerd op basis van een aangeleverd databestand van Savills⁶⁴. Logistiek locaties zijn door Savills geïdentificeerd als panden met een minimaal oppervlak van 4.000m², 8 meter hoogte en met loading docks.' Het gaat hierbij vooral om distributiecentra, koel en vrieshuizen en van 'sapterminals' in Rotterdam, etc.

⁶⁴ Savills is een wereldwijde aanbieder van vastgoeddiensten ([savills.nl](https://www.savills.nl))

De Technische Toelichting binnen het dashboard beschrijft ook welke situaties niet tot de populatie worden gerekend; dit zijn o.a. *'Logistiek locaties die onderdeel zijn van complexen met een andere hoofdfunctie, bijvoorbeeld een fabriek'*.

Binnen het ontvangen CBS-databestand wordt een onderscheid aangehouden naar logistieke gebouwen met- en zonder koeling. 'Met koeling' omvat voornamelijk de zogenaamde [koel- en vrieshuizen](#). 'Zonder koeling' omvat de verwarmde, vorstvrije complexen, en situaties waarvoor dit onbekend is. Binnen 'onbekend' kunnen zich echter ook een aantal logistieke gebouwen 'met koeling' bevinden, maar hier is wel zoveel mogelijk op gecontroleerd. Hier ligt een aanbeveling voor het datastelsel; een betere identificatie van de verwarming- en koelsituatie⁶⁵.

Populatiegrootte en NTA gebruiksfuncties

De gehele gevalideerde populatie omvat 1.137 valide BAG vbo's binnen logistieke gebouwcomplexen, waarbij (eventuele) complexen aangesloten op warmtenetten zijn genegeerd. Volgens [rvo.nl](#) geldt qua energielabel:

Gebouwen en gebouwdelen met alleen een industriefunctie die zijn opgeleverd, verkocht of verhuurd, zijn niet verplicht een energielabel te hebben. Gebouwen die naast de industriefunctie één of meer gebruiksfuncties hebben die wel energielabelplichtig zijn, geldt alleen een energielabelverplichting als het gebruiksoppervlakte van het energielabelplichtige deel groter is dan 50 m². De ruimten in een industriehal met de gebruiksfunctie kantoor, en een gezamenlijk gebruiksoppervlakte van 40 m² zijn dus niet energielabelplichtig. De ruimten in of bij een industriegebouw met de gebruiksfunctie kantoor en/of onderwijs, en een gezamenlijk gebruiksoppervlakte van 55 m² zijn daarentegen wel energielabelplichtig.

Met voorgaande reden vinden we via het gekoppelde NTA bestand 209 energielabels. Hiervan hebben 160 cases de kantoor- en 6 de bijeenkomstfunctie.

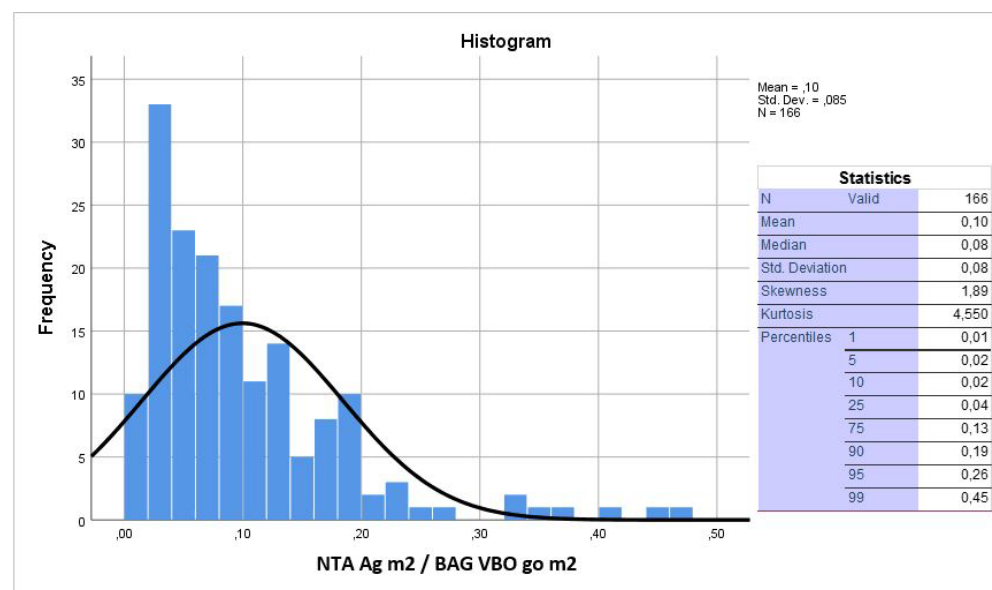
'Systeemgrenzen labelmethodiek versus CBS-Vivet' en 'Gebruiksoppervlak volgens CBS en labelmethodiek'

Het is niet interessant om het energiegebruik van de 209 energielabels te analyseren. Wel is dit een gelegenheid om het gebruiksoppervlak van de CBS gebouwcomplexen te vergelijken met die van de labelmethodiek. De reden is dat we bij de voorgaande gebouwcategorieën hier een gedeeltelijke mismatch in vonden, waar we de vinger nog niet geheel op kunnen leggen. Uiteraard heeft

⁶⁵ Vanuit de Bouwbesluitaanvraag is dit inzicht misschien te verkrijgen. 'Lichte industrie' hoeft niet verwarmd (nog geïsoleerd) te worden. Enkele citaten: 'Als de industriehal wordt aangemerkt als 'lichte industriefunctie' speelt het verblijven van personen een ondergeschikte rol, zie de definitie van lichte industriefunctie in artikel 1.1 lid 3. Het Bouwbesluit geeft geen grenswaarden die aangeven wanneer het verblijven van mensen een ondergeschikte rol speelt. In de toelichting van het Bouwbesluit wordt een lichte industriefunctie omschreven als bijvoorbeeld een opslagloods, een kas of een stal. Of in de beschreven situaties sprake is van 'ondergeschikte rol' is ter beoordeling van de gemeente. Een ruimte in een opslagloods waarin bijv. continu heftrucks rondrijden is naar ons oordeel, zelfs als in die heftrucks personen zitten, geen verblijfsgebied of verblijfsruimte als bedoeld in het Bouwbesluit 2012.' 'Indien zich binnen de industriefunctie geen verblijfsgebieden (gebruiksgebied of een gedeelte daarvan voor het verblijven van personen), een toiletruimte of een badruimte bevinden, zijn de voorschriften uit artikel 5.3 niet van toepassing voor de lichte industriefunctie. Denk hierbij aan een tuinbouwkas, opslagloods, een koel- of vrieshuis, een koeienstal enzovoorts.' ([bouwbesluit.com](#))

voorgaande rvo-informatie al inzicht gegeven in wat we kunnen verwachten; dit gaan we nu kwantitatief benaderen. Voor deze analyse zorgen we er eerst voor dat de systeemgrenzen tussen de twee datasets identiek is (zie Bijlage B.5.2 en voorgaande hoofdstukken). Voor 166 NTA cases geldt dat beide datasets dezelfde vbo-ID's binnen de systeemgrenzen hebben, waar we mee verder gaan.

Voor deze cases is geanalyseerd of het oppervlak van het CBS-schoolcomplex overeenkomt met het oppervlak dat is ingevoerd bij het bepalen van het energielabel. Hiervoor is het aantal m² gebruiksoppervlak volgens de NTA, gedeeld door dat van het CBS schoolcomplex. Figuur 101 geeft dit vergelijk als histogram weer. Zoals we zouden mogen verwachten, is het oppervlak binnen de systeemgrenzen van de labelmethodiek altijd kleiner dan binnen de systeemgrenzen van een CBS groothandel complex. Het kleinste NTA-oppervlak ligt boven de 100 m².



Figuur 101 Histogram m² volgens NTA gedeeld door m² volgens CBS groothandel complex, bij gelijke systeemgrenzen

BENG2 Eindnorm 2050

Zoals aangegeven is er op het moment geen labelmethodiek voor bedrijfshallen. Deze plannen liggen er ook niet. Dit is jammer en beschouwen wij als een gemiste kans. Bedrijfshallen hebben een fors aandeel in het gebouwoppervlak in de dienstensector en dat aandeel groeit doordat het vloeroppervlak van bedrijfshallen in Nederland harder groeit dan het vloeroppervlak van andere bouwtypen. Het aandeel van bedrijfshallen in het gebouwoppervlak van de dienstensector is 39% in 2020 (CBS, 2021d) en zal naar verwachting groeien naar iets boven de 40% in 2030 (PBL, 2020). Bedrijfshallen bepalen daarmee ook een groot deel van het energieverbruik van de dienstensector, zo'n 40% van het gasverbruik en veel meer dan 40% van het elektriciteitsverbruik in de dienstensector doordat ook de datacenters en koelcellen bedrijfshallen zijn (PBL, 2020).

Relevante informatie uit eerdere en andere onderzoeken

In (Sipma & Rietkerk, 2016) is het werkelijk verbruik van bedrijfshallen binnen de Dienstensector eerder geanalyseerd. Tabel 84 toont welke gemiddelde intensiteiten toen gevonden werden. Noot dat (ook hier) het aantal genoemd onder 'N' de BAG

vbo's binnen de gebouwcomplexen betreft. Belangrijk om te beseffen is dat de definitie van een bedrijfshal toen anders was⁶⁶.

De blauwe arcering in de cellen geeft de relatieve hoogte van de intensiteiten, ten opzichte van de toen geanalyseerde 24 gebouwtypen. De datacenters zijn bij dit vergelijk niet meegenomen en worden als laatste regel onder de tabel vermeld. Opvallend is het enorm hoge elektriciteitsverbruik van datacenters; dé reden waarom we via de EML analyses steeds onderzoeken of het hebben van een eigen datacenter het verbruik significant beïnvloedt.

Tabel 84 Eerdere gevonden intensiteiten voor bedrijfshallen binnen de Dienstensector, op vbo-niveau (Sipma & Rietkerk, 2016)

#	Branche en/of rubriek	Gebouwtype	N	ongewogen			gewogen		
				Gas-intensiteit kWh/m ²	Elek-intensiteit kWh/m ²	Totaal kWh/m ²	Gas-intensiteit kWh/m ²	Elek-intensiteit kWh/m ²	Totaal kWh/m ²
21	bedrijfshal	garage/showroom	15.009	147	50	197	102	46	148
22	bedrijfshal	autoschadeherstelbedrijf	5.146	149	54	204	125	52	176
23	bedrijfshal	groothandel met koeling	1.033	122	131	254	83	162	245
24	bedrijfshal	groothandel zonder koeling	18.766	98	42	140	70	45	115
20	bedrijfshal	datacenter	77	101	2003	2104	64	1736	1800

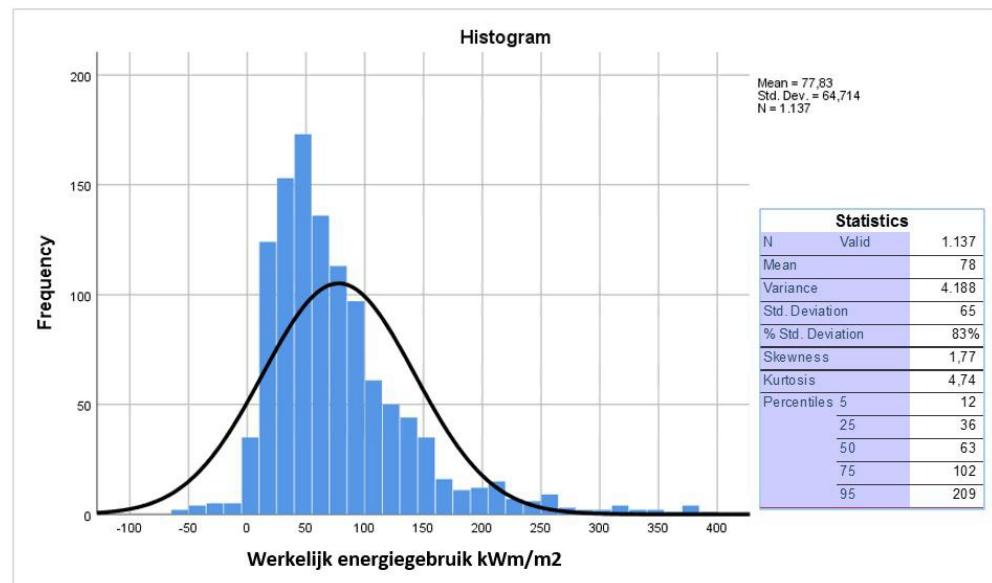
De (milieubarometer.nl) geeft voor garages en bouwbedrijven vanuit energiescans inzicht in diverse typen energie-intensiteiten. De grootte van de steekproef wordt hierbij niet gegeven.

9.3 Verbruik gehele CBS populatie

9.3.1 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding, gehele populatie

Figuur 102 toont de frequentietabel voor het werkelijk (gesaldeerd) verbruik van deze CBS populatie, excl. warmtelevering. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt op 78 kWh/m², wat het laagste gevonden totaal energiegebruik is. Noot de cases met een negatieve verbruik vanwege eigen elektriciteitsopwekking. Omdat deze bedrijfshallen veelal tot de grootverbruikers behoren, denkt het CBS dat de teruglevering redelijk goed in beeld is. De procentuele standaarddeviatie ligt met 83% relatief hoog.

⁶⁶ Toelichting CBS: 'Toentertijd werd een groothandel op basis van sbi codes in de abr (algemene bedrijvenbestand) geïdentificeerd; 'Groothandel en handelsbemiddeling (niet in auto's en motorfietsen)'. Deze afdeling omvat de groepen: 461 Handelsbemiddeling, 462 Groothandel in landbouwproducten en levende dieren, 463 Groothandel in voedings- en genotmiddelen, 464 Groothandel in consumentenartikelen, 465 Groothandel in ICT-apparatuur, 466 Groothandel in machines en benodigdheden voor industrie en handel, 467 Overige gespecialiseerde groothandel en 469 Niet-gespecialiseerde groothandel. Nu is niet zozeer 'groothandels' maar grootschalige logistiek in kaart gebracht. Dit is dus een andere populatie.'



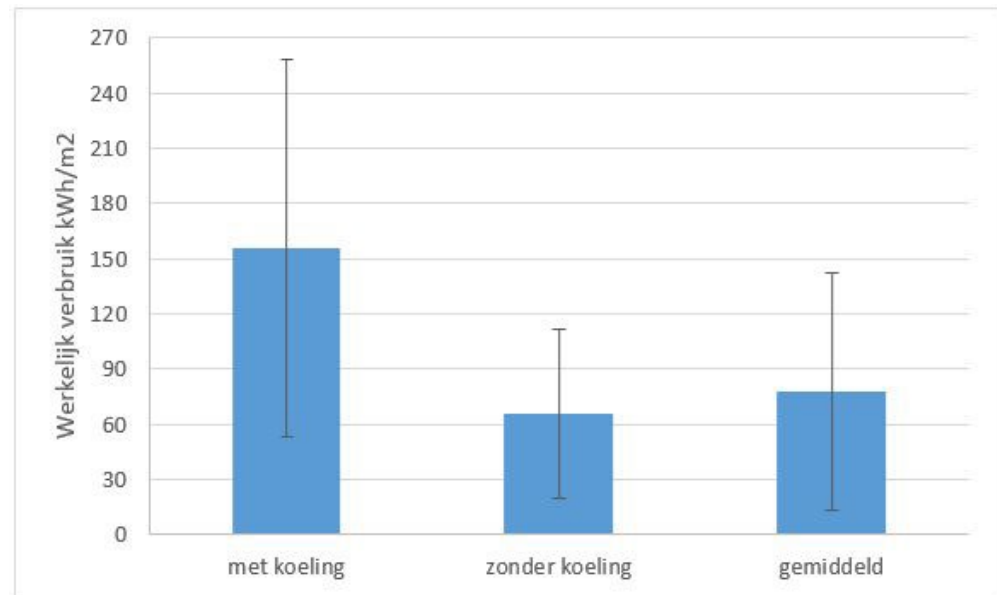
Figuur 102 Histogram werkelijk verbruik grootschalige logistiek. Ook de standaarddeviatie wordt gegeven.

9.3.2 Verbruik naar met/zonder koeling

Tabel 85 toont het gemiddelde verbruik voor de twee typen logistiek met- en zonder koeling. Het verbruik van 'met koeling' ligt beduidend hoger en onderscheidt zich op grond van de 90% BI significant van logistiek 'zonder koeling'. Tegelijkertijd is de spreiding rondom het gemiddelde als zijnde de standaarddeviatie groot, zoals weergegeven in Figuur 103. Uit de gewogen standaarddeviaties volgt dat dit onderscheid de standaarddeviatie (en dus de spreiding) met 17% terugdringt.

Tabel 85 Het verbruik per onderscheiden onderwijstype (kWh/m²), inclusief spreidingsmaten en gemiddelde waarden voor aanvullende gebouwkenmerken.

CBS onderscheiden typen	aantal CBS complexen	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per pand
met koeling	153	156	139	172	103	66%	19190	1998	1,7
zonder koeling	984	66	63	69	46	70%	19571	1998	1,7
gemiddeld	1137	78	74	82	65	83%	19520	1998	1,7



Figuur 103 Het verbruik per onderwijstyp (kWh/m²) van Tabel 66 weergegeven, met de standaarddeviatie.

9.4 Bouwjaarklassen individueel geanalyseerd

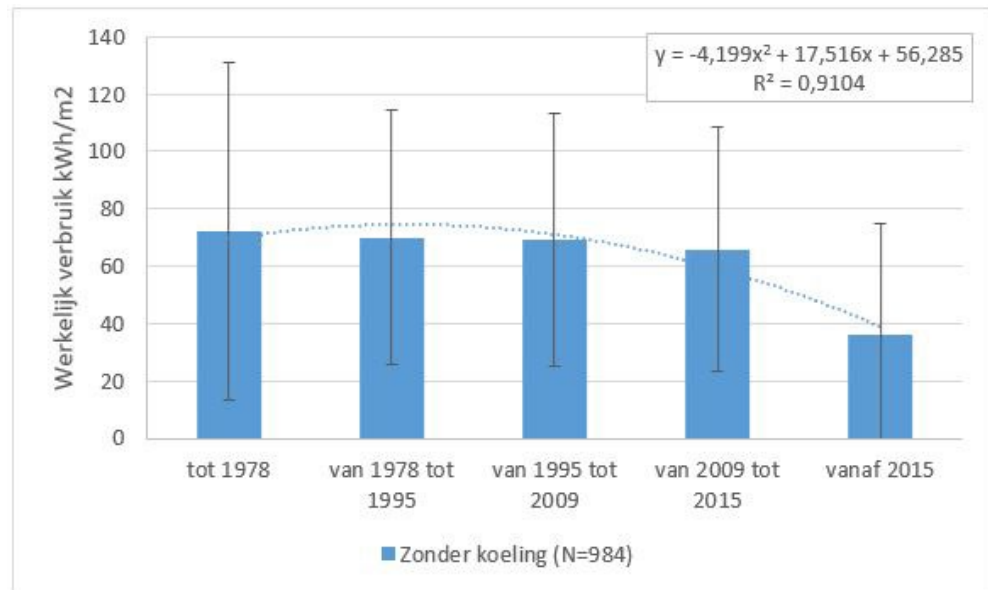
Deze paragraaf analyseert normaliter het verbruik naar labelklasse. Vanwege het feit dat er geen label wordt afgegeven voor de industriefunctie, is dit geen optie. Als alternatief wordt geanalyseerd naar bouwjaarklassen, maar dan enkel voor de populatie zonder koelfunctie⁶⁷. Hiermee wordt via deze route toch inzicht verkregen in hoeverre deze variabele het energiegebruik verbruik beïnvloed. Tabel 86 geeft de resultaten weer waarbij ook inzicht wordt gegeven in de gemiddelde grootte, het gemiddelde bouwjaar, en het aantal vbo's per pand (binnen het complex).

Tabel 86 Resultaten voor grootschalig logistiekvastgoed, zonder koeling, naar bouwjaarklassen

bouwjaarklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex
tot 1978	85	72	59	85	59	81%	20.069	1968	2,4
van 1978 tot 1995	250	70	65	76	44	63%	14.946	1988	1,5
van 1995 tot 2009	407	69	65	74	44	63%	18.875	2002	1,8
van 2009 tot 2015	137	66	59	73	43	65%	22.476	2011	1,7
vanaf 2015	105	36	28	43	39	108%	29.087	2017	1,6
Subtotal	984	66	63	69	46	70%	19.571	1998	1,7

Figuur 104 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik naar bouwjaarklassen, zonder rekening te houden met andere variabelen. Alleen voorbij 2015 neemt het totaal energiegebruik af. De gewogen procentuele standaarddeviatie doet vermoeden dat het bouwjaarklasse vrijwel geen bijdrage levert aan het verklaren van de spreiding.

⁶⁷ Op het CBS dashboard (CBS, 2021a) wordt de analyse voor de populatie *met* koeling gegeven, met een onderscheid naar gas- en elektriciteitsverbruik. Noot dat daar ook de analyse voor de populatie zonder koeling wordt gegeven, maar dan verder opgedeeld naar 'mate van verwarming' (zie paragraaf 9.1). Bovendien geven we in deze paragraaf aanvullende inzicht in spreidingsmaten en andere variabelen.



Figuur 104 Invloed grootteklassen (m² go) op het werkelijk verbruik van grootschalig logistiekvastgoed, zonder koeling

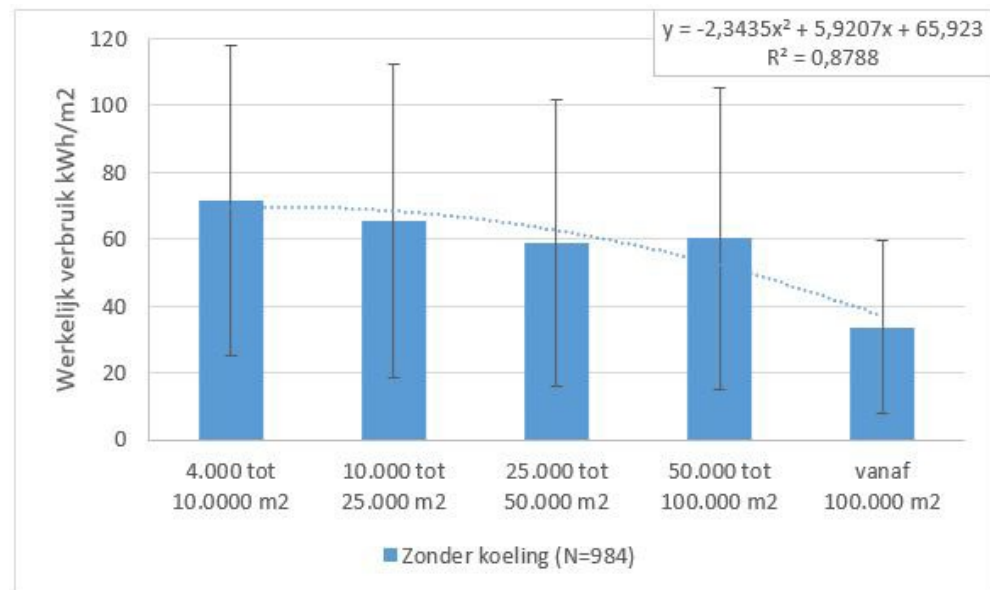
9.5 Grootteklasse individueel geanalyseerd 'zonder koeling'

Er is geen gelabelde voorraad om naar grootteklassen te analyseren; daarom analyseren we naar dezelfde populatie als in de vorige paragraaf. Tabel 87 geeft de resultaten weer waarbij ook inzicht wordt gegeven in de gemiddelde grootte, het gemiddelde bouwjaar, en het aantal vbo's per pand (binnen het complex).

Figuur 105 visualiseert het gemiddeld werkelijk verbruik per grootteklasse, zonder rekening te houden met andere variabelen. Er is een afnemende trendmatigheid waar te nemen, zoals we meestal zien richting een toenemende grootteklasse. Deze trendmatigheid wordt echter onderbroken door de grootteklasse 50.000 – 100.000 m². De reden hiervoor is niet duidelijk. De gewogen procentuele standaarddeviatie doet vermoeden dat de grootteklasse vrijwel geen bijdrage levert aan het verklaren van de spreiding.

Tabel 87 Resultaten voor grootschalig logistiekvastgoed, zonder koeling, naar grootteklassen

grootteklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex
4.000 tot 10.000 m ²	331	72	67	77	46	65%	6.917	1997	1,4
10.000 tot 25.000 m ²	425	66	61	70	47	72%	15.909	1997	1,8
25.000 tot 50.000 m ²	169	59	52	65	43	73%	33.767	2000	2,1
50.000 tot 100.000 m ²	46	60	47	73	45	75%	64.101	2000	2,5
vanaf 100.000 m ²	13	34	18	49	26	77%	119.344	2009	2,5
Subtotal	984	66	63	69	46	70%	19.571	1998	1,7



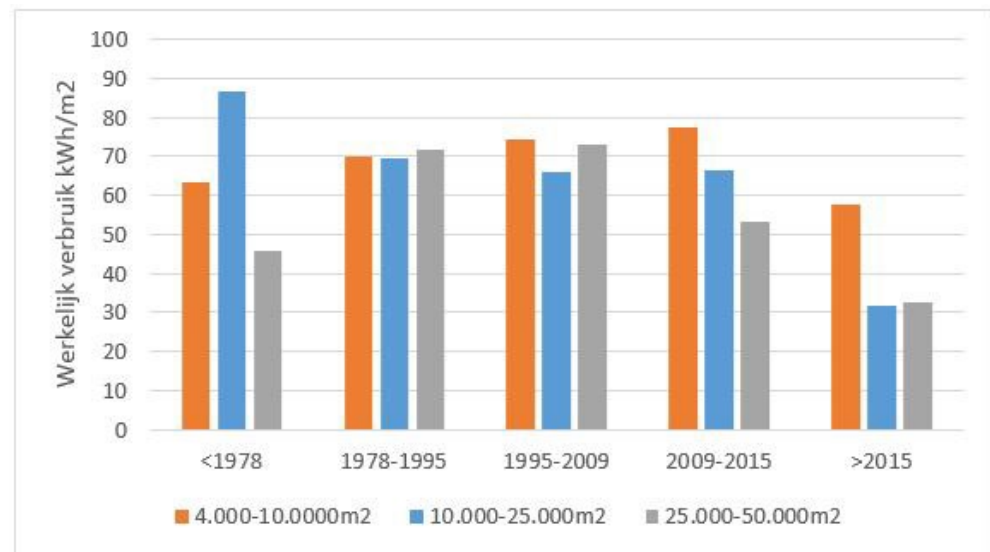
Figuur 105 Invloed grootteklassen (m² go) op het werkelijk verbruik van grootschalig logistiekvastgoed, zonder koeling

9.6 Bouwjaarklassen binnen grootteklassen

In Tabel 88 worden (voor zover mogelijk) de data van voorgaande twee paragrafen gecombineerd. Figuur 106 geeft de invloed van bouwjaarklassen op het werkelijk verbruik weer, per grootteklasse. Enkel voor de perioden [2009-2015] en [>2015] is een logisch patroon te ontdekken, waarbij het verbruik zowel afneemt met recentere gebouwen, als met een toenemende grootte. De gewogen procentuele standaarddeviatie is nu een combinatie van de voorgaande twee paragrafen. Hieruit volgt dat rekening houden met zowel grootte- als bouwjaarklassen, de spreiding in het verbruik voor minder dan 0,5% doet afnemen.

Tabel 88 Resultaten voor bouwjaarklassen binnen grootteklassen op het werkelijk verbruik van grootschalig logistiekvastgoed, zonder koeling

Grootteklasse	bouwjaar klasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex
4.000-10.000m²	<1978	28	63	46	80	44	70%	7.305	1972	1,71
	1978-1995	93	70	60	79	45	65%	7.003	1987	1,41
	1995-2009	140	74	66	82	48	64%	6.768	2001	1,41
	2009-2015	49	78	64	91	47	60%	6.942	2012	1,16
	>2015	21	58	39	76	40	70%	6.954	2017	1,05
10.000-25.000m²	<1978	33	87	65	108	60	70%	15.841	1966	2,64
	1978-1995	123	70	61	78	46	66%	14.841	1988	1,48
	1995-2009	183	66	59	72	45	68%	16.218	2002	1,79
	2009-2015	47	66	54	79	43	65%	16.759	2011	1,89
	>2015	39	32	20	44	36	113%	16.859	2017	1,51
25.000-50.000m²	<1978	17	46	14	77	61	133%	33.040	1967	3,24
	1978-1995	30	72	57	86	38	53%	32.737	1987	1,63
	1995-2009	59	73	63	83	37	50%	33.665	2002	2,12
	2009-2015	31	53	41	65	33	62%	35.364	2011	2,23
	>2015	32	33	18	47	41	125%	33.761	2017	1,84



Figuur 106 Invloed van bouwjaarclassen binnen grootteclassen op het werkelijk verbruik van grootschalig logistiekvastgoed, zonder koeling

9.7 Analyse EML Bedrijfstak Industriefunctie

eLoket EML-lijst

Er zijn een aantal relevante EML lijsten voor de industriefunctie binnen de dienstensector, namelijk die voor de:

- Mobiliteitsbranche
- Commerciële datacenters
- Autoschadeherstelbedrijven
- Bedrijfshallen.

De EML voor Bedrijfshallen⁶⁸ heeft overlap met de definitie voor van het CBS en nemen we mee in deze paragraaf. De activiteiten die zijn opgenomen in de EML (zie Tabel 89) omvatten geen aspecten waarmee we het gevoel hebben dat ze het energiegebruik significant zullen beïnvloeden. De lijst geeft inzicht in de aanwezigheid van koeling (FC, FD); maar dit inzicht is al meegenomen in onze analyse. De belangrijke gezochte opdeling naar 'vorstvrij houden' versus 'verwarmen' kan met de aanwezige activiteiten niet gemaakt worden. Het inzicht in industriële processen als procesverwarming en/of het hebben van procesbaden is niet relevant voor de logistiekvastgoed en past eerder binnen de industriële sector.

⁶⁸ Het gaat om inrichtingen die overwegend de functie van een bedrijfshal hebben zoals inrichtingen voor; activiteiten in de bouwnijverheid (indicatie SBI: 41, 42 en 43), groothandel en handelsbemiddeling (uitgezonderd handel in auto's en motorfietsen) (indicatie SBI: 46), vervoer en opslag (indicatie SBI: 49), opslag en dienstverlening voor vervoer (indicatie SBI: 52), van technische installatiebedrijven (indicatie SBI 43.2). De inrichtingen voor de groothandel in hout en plaatmateriaal (met SBI-code 46.73.1) en inrichtingen vervoer via transportleidingen (SBI-code 49.5) vallen niet onder de reikwijdte.

Tabel 89 Resultaten voor bouwjaarklassen binnen grootteklassen op het werkelijk verbruik van grootschalig logistiekvastgoed, zonder koeling

Faciliteiten (F)	
A. In werking hebben van een stookinstallatie (emissies naar de lucht)	FA1 t/m FA12
B. In werking van een warm tapwatervoorziening, niet zijnde stookinstallatie	FB1
C. In werking hebben van een koelinstallatie	FC1 t/m FC7
D. Koelen van een ruimte	FD1 t/m FD2
E. In werking hebben van productkoeling	FE1 t/m FE5
F. In werking hebben van een persluchtinstallatie	FF1 t/m FF6
G. In werking hebben van een stoominstallatie, niet zijnde stookinstallatie	FG1 t/m FG4
H. Gebruiken van informatie- en communicatietechnologie	FH1
I. In werking hebben van een vacuumsysteem	FI1
J. In werking hebben van elektromotoren	FJ1
K. In werking hebben van pompen	FK1
Processen (P)	
A. Verwarmen van producten en/of procesbaden	PA1 t/m PA2

9.8 Samenvatting grootschalig logistiekvastgoed

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere gebouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de industrie functie. Deze functie omvat hier echter wat het CBS omschrijft als 'grootschalig logistiekvastgoed'. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug.

BENG2 Eindnorm 2050 bedrijfshallen

De industrie functie is niet labelplichtig; er kan dan ook niet gerekend worden aan energielabels en er is ook geen BENG2 Eindnorm voorgesteld. Dit is jammer want bedrijfshallen bepalen een groot deel van het energieverbruik van de dienstensector, zo'n 40% van het gasverbruik en veel meer dan 40% van het elektriciteitsverbruik in de dienstensector doordat ook de datacenters en koelcellen bedrijfshallen zijn.

Gebruiksoppervlak BAG versus labelmethodiek

Wanneer een deel van een industrieel complex bijv. een kantoor bevat, wordt hier *wel* een label voor afgegeven. Zodoende vonden we toch labels. Interessant was dat hiermee meer inzicht werd verkregen in de in de vorige hoofdstukken signaleerde mismatch tussen het gebruiksoppervlak volgens de BAG en volgens de labelmethodiek. Inderdaad ligt bij deze populatie het oppervlak volgens de labelmethodiek altijd lager dan volgens de BAG. Hiermee is deze mismatch verklaard; niet labelplichtige vierkante meters worden immers eenvoudigweg niet meegenomen in de labelmethodiek. Dan resteert enkel nog de vraag waarom het (in voorgaande hoofdstukken) ook voorkomt dat het oppervlak volgens de labelmethodiek juist *hoger* ligt in vergelijking tot de BAG; ook als de systeemgrenzen (vbOLD's) identiek zijn. Hier ligt een aanbeveling om verder uit te zoeken.

1 Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?

In paragraaf 9.3.1 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. Het CBS bestand bevat 1.137 logistieke complexen waarvan het energiegebruik is gevalideerd en die geschikt zijn voor onze analyse. Noot dat dit de individuele vbo's zijn die binnen onderwijscomplexen liggen. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 78 kWh/m², wat het laagste gevonden gebruik is tot nu toe. De spreiding is relatief groot; we vinden een procentuele standaarddeviatie van 83%. De 5% en 95%-percentielen liggen op 12 en 209 kWh/m².

Een laag verbruik kan komen doordat een complex niet verwarmd wordt, maar slechts vorstvrij wordt gehouden. Dit inzicht is nu niet aanwezig, wat een aanbeveling is voor het datastelsel en waar wellicht de aanvraag in het bouwbesluit bij kan helpen. Een lager energiegebruik kan ook komen door teruggeleverde duurzame elektriciteit. Omdat de meeste bedrijfshallen grootverbruikers zijn (qua jaarverbruik) is dit volgens het CBS voor de bedrijfshallen goed in beeld gebracht.

2 Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.

Logistiekvastgoed met een koelfunctie (veelal de zogenaamde [koel- en vrieshuizen](#)) hebben een beduidend hoger energiegebruik. Deze variabele is dan ook een belangrijke bij het verklaren van de spreiding. De grootte- en bouwjaarklassen spelen hierbij nauwelijks een rol. Enkel vanaf bouwjaar 2015 lijken de gebouwen (duidelijk) energiezuiniger te zijn geworden.

De overige onderzoeksvragen konden niet worden beantwoord omdat de industrie functie geen labelplicht heeft.

10 De kantoorfunctie

10.1 Leeswijzer

Het CBS heeft voor de kantorenfunctie *geen* valide analysebestand beschikbaar. In de inleiding (paragraaf 10.2) wordt uitgelegd hoe we toch tot een bestand zijn gekomen. Bijlage A geeft (algemeen) inzicht in de statistische parameters die voorbij komen. De onderzoeksvragen waarnaar verwezen wordt zijn opgenomen in paragraaf 2.2.

- Paragraaf 10.3 geeft het antwoord op de eerste onderzoeksvraag: ‘Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?’.
- De gelabelde kantorenpopulatie is relatief groot; in paragraaf 10.4 evalueren we welke onafhankelijke variabelen het energiegebruik het meest beïnvloeden. Vanwege een ander, parallel lopend onderzoek, duiken we hierbij wat meer de diepte in dan in voorgaande hoofdstukken.
- Daarna wordt de invloed van het label (paragraaf 10.5) en de grootte (paragraaf 10.6) op het verbruik *individueel* geanalyseerd. Ook hier gaan we verder dan normaliter; we kijken ook naar de invloed van deze variabelen op het gas- en elektriciteitsverbruik afzonderlijk, en betrekken (via Bijlage G) ook het NTA gas-, elektriciteits- en BENG2 verbruik bij de analyse.
- In paragraaf 10.7 worden deze twee onafhankelijke variabelen met elkaar gecombineerd en analyseren we het verbruik naar labelklassen binnen grootteklassen. Wederom kijken we naar de invloed op het afzonderlijke gas- en elektriciteitsverbruik.
- Paragraaf 10.8 tenslotte beantwoordt in de vorm van een samenvatting de onderzoeksvragen met de resultaten uit voorgaande paragrafen. Ook legt deze paragraaf uit waarom de vierde onderzoeksvraag niet beantwoord kan worden.

10.2 Inleiding

Het CBS analysebestand

Het CBS heeft in eerste instantie geen databestand voor kantoren beschikbaar. De reden is dat binnen de databestanden van het Vivet traject, samengewerkt is met brancheorganisaties om gebouwen qua typering (beter) te identificeren. Deze strategie is gekozen om niet enkel afhankelijk te zijn van de al bestaande grootschalige databases zoals de BAG, welke toch niet altijd even correct zijn (is inmiddels de ervaring). Omdat het gebouwtype ‘kantoor’ niet tot een specifieke economische sector behoort, is het lastig om via andere routes deze typering vast te stellen. We gaan er achter van uit dat de met ‘kantoorfunctie’ gelabelde gebouwen binnen het (NTA) labelbestand, onomstreden tot de ‘kantoren’ behoren. Door het NTA kantorenbestand te combineren met de resterende gebouwen die het CBS nog niet bij één van de eerdere typering heeft gevoegd, verkrijgen we toch een analysebestand.

Het bijbehorend werkelijk energiegebruik is dan nog niet gevalideerd. Met de volgende strategie komen we tot een valide bestand. We selecteren uitsluitend de kantoren die zich binnen de dienstensector bevinden. Hiermee voorkomen we dat er ook kantoren vanuit de industrie worden meegenomen, waarbij er een risico is

dat het energiegebruik van industriële processen op dezelfde meter wordt afgelezen. Tabel 90 toont dat 90% van het totaal kantorenoppervlak zich binnen de Dienstensector bevindt. We besluiten deze variabele als [sbj] te testen op mate van beïnvloeding van het energiegebruik door hem mee te nemen binnen de MLRA van paragraaf 10.4.

Tabel 90 Verspreiding kantoren als [aantal vbo's] en [gerelateerd oppervlak] over SBI sectoren (CBS, 2021d). De geel gearceerde sectoren behoren tot de Dienstensector.

Bedrijfstakken/Branches (SBI2008)	aantal VBOids	% van totaal	* 1000 m2	% van totaal
A Landbouw, bosbouw en visserij	290	0%	118	0%
B Delfstoffenwinning		0%		0%
C Industrie	3 332	3%	2 798	4%
D Energievoorziening	305	0%	589	1%
E Waterbedrijven en afvalbeheer	242	0%	345	1%
F Bouwnijverheid	2 829	3%	2 061	3%
G Handel	10 150	10%	5 241	8%
H Vervoer en opslag	2 027	2%	1 893	3%
I Horeca	1 614	2%	1 082	2%
J Informatie en communicatie	4 790	5%	3 237	5%
K Financiële dienstverlening	9 196	9%	7 534	12%
L Verhuur en handel van onroerend goed	10 500	11%	6 545	10%
M Specialistische zakelijke diensten	25 266	26%	12 001	19%
N Verhuur en overige zakelijke diensten	4 463	5%	2 177	3%
O Openbaar bestuur en overheidsdiensten	4 049	4%	9 789	15%
P Onderwijs	2 229	2%	1 623	3%
Q Gezondheids- en welzijnszorg	10 351	11%	4 138	6%
R Cultuur, sport en recreatie	2 238	2%	1 164	2%
S Overige dienstverlening	3 078	3%	1 101	2%
T Huishoudens		0%		0%
U Extraterritoriale organisaties	157	0%	246	0%
Totaal	97 165	100%	63 916	100%
binnen Dienstensector	90 108	93%	57 771	90%
% leegstand op 1-1-2020 in totaal	7%		5%	

Hierna stellen we filters in die onlogische te lage- of te hoge intensiteiten uitsluiten. Bijlage B.3 verwoordt hoe deze filters normaliter worden ingesteld.

Tabel 91 Gevonden intensiteiten voor kantoren in (Sipma & Rietkerk, 2016), waarmee het onder- en bovenfilter voor dit project worden bepaald.

[1]		[2]			[3]			[4]		[5]	
grootteklasse m2 go		gasintensiteit m3/m2			elek-intensiteit kWh/m2			gasintensiteit m3/m2		elek-intensiteit kWh/m2	
onder grens	boven grens	10% perc	gem	90% perc	10% perc	gem	90% perc	onder grens	boven grens	onder grens	boven grens; gas= valide
22	500	6	18	33	13	59	110	0	40	10	120
501	1.000	4	14	26	11	57	109	0	30	10	120
1.001	2.000	3	12	22	9	61	125	0	30	10	120
2.001	5.000	3	11	21	9	85	178	0	30	10	180
5.001	10.000	3	11	20	10	101	206	0	20	10	200
10.001	20.000	2	10	20	12	105	196	0	20	10	200
20.001	141.621	1	8	16	6	111	194	0	20	10	200
Alles	Alles	5	17	31	13	60	114				

Voor kantoren gaan we uit van de filters zoals weergegeven in de kolommen onder [4] en [5] in Tabel 91. Deze zijn als volgt tot stand gekomen:

- Het 90%-percentiel gasverbruik per grootteklasse onder [2] is afkomstig uit (Sipma & Rietkerk, 2016). Deze bepaalt de afgeronde bovengrens onder [4]

- binnen dit project. De ondergrens mag ook 0 zijn, want all-electric situaties worden nu wel meegenomen.
- Als ondergrens voor het elektriciteitsverbruik wordt de waarde van 10 kWh/m² aangehouden, zoals weergegeven onder [5]
 - De bovengrens voor het elektriciteitsverbruik onder [5] is afhankelijk van het gasverbruik:
 - Wanneer er een valide gasverbruik groter dan 0 m³/m² is, wordt de bovengrens voor het elektriciteitsverbruik bepaald door het 90% percentiel onder [3].
 - Wanneer er volgens de NTA elektrisch wordt verwarmd ('elektrische warmtepomp' of 'elektrische verwarming'), wordt als bovengrens de laatste kolom genomen, waarbij het gasverbruik voor de toepassing ruimteverwarming is overgeheveld naar een elektriciteitsverbruik voor elektrische warmtepompen. Dit is gedaan door het 90%-percentiel gasverbruik onder [2] op te tellen bij het 90%-percentiel elektriciteitsverbruik onder [3]. Het gasverbruik hoeft dan op zich niet per se 0 te zijn vanwege een (eerdere) gasaansluitingen waarmee het warmtapwater kan worden bereid. Omdat dit echter maar sporadisch zal voorkomen, is additioneel toegevoegd dat het gasverbruik toch 0 moet zijn.

Als laatste voegen we toe dat NTA cases met 'externe warmtelevering' worden genegeerd.

Eigen elektriciteitsopwekking en teruglevering

Noot dat voor de voorgaande gebouwcategorieën de teruglevering voor grootverbruikers bekend was; deze is in dit kantorenbestand niet beschikbaar. Dit betekent dat enkel de teruglevering van kleinverbruikers impliciet is meegenomen, mits het betreffende netwerkbedrijf dit op de nota heeft gesaldeerd. Bij het elektriciteitsverbruik geldt volgens het CBS dat 72% van de originele kantorenpopulatie kleinverbruiker is (bij het gasverbruik is dit overigens 89%). Teruglevering kan voor kantoren in een later stadium wel worden toegevoegd. Bovendien streeft het CBS ernaar dit inzicht in zijn algemeenheid te verbeteren.

Populatiegrootte en NTA gebruiksfuncties

Met voorgaande filters omvat de gevalideerde populatie nu 7.043 vbo's. Deze zijn allen gelabeld waarbij allen ook de kantoorfunctie hebben. Dit is logisch aangezien het gekoppelde NTA kantorenbestand het startpunt van de analyse is.

Systeemgrenzen labelmethodiek versus CBS-systematiek

In Bijlage B.5.2 wordt uitgelegd dat de systeemgrenzen van een gebouwcomplex binnen een CBS analysebestand niet altijd overeenkomt met de fysieke grenzen waar het label voor is afgegeven. Voor de kantoren kan deze parameter niet gecheckt worden. Het CBS aggregereert normaliter vbo's en panden tot een gebouwcomplex waarvoor geldt dat ze matchen met de fysieke aanwezigheid van een gas- of elektriciteitsmeter. Het CBS heeft nu enkel aansluitingen per individuele vboID gekoppeld en, waar van toepassing, geaggregeerd. Dit echter zonder aanvullende validatie-checks.

Vanuit voorgaande hoofdstukken weten we dat hoe minder vbo's zich binnen een pand bevinden, hoe groter de kans dat de systeemgrenzen overeenkomen.

Tabel 92 Aantal cases met x kantoor-vbo's binnen BAG panden

aantal vbo's binnen pand	origineel				effect filter op vergelijk oppervlak NTA versus BAG			
	aantal cases	% van totaal	aantal cases CUM	% van totaal CUM	aantal cases	% van totaal	aantal cases CUM	% van totaal CUM
1	3736	53%	3736	53%	1949	54%	1949	54%
2	795	11%	4531	64%	359	10%	2308	64%
3	387	5%	4918	70%	184	5%	2492	69%
4	299	4%	5217	74%	148	4%	2640	73%
5	206	3%	5423	77%	102	3%	2742	76%
6	210	3%	5633	80%	94	3%	2836	78%
7	120	2%	5753	82%	54	1%	2890	80%
8	125	2%	5878	83%	71	2%	2961	82%
9	93	1%	5971	85%	50	1%	3011	83%
10	77	1%	6048	86%	43	1%	3054	84%
11	50	1%	6098	87%	25	1%	3079	85%
12	118	2%	6216	88%	43	1%	3122	86%
13	49	1%	6265	89%	26	1%	3148	87%
14	78	1%	6343	90%	30	1%	3178	88%
15	38	1%	6381	91%	26	1%	3204	89%
16	59	1%	6440	91%	30	1%	3234	89%
17	31	0%	6471	92%	25	1%	3259	90%
18	27	0%	6498	92%	16	0%	3275	91%
19	34	0%	6532	93%	14	0%	3289	91%
20	40	1%	6572	93%	21	1%	3310	92%
21-522	471	7%	7043	100%	306	8%	3616	100%
Totaal	7043	100%			3616	100%		

Tabel 92 toont onder de kolommen 'origineel' hoe vaak het voor de valide kantorenpopulatie voorkomt dat x vbo's binnen een BAG pand liggen. Meer dan de helft van de cases bestaat uit situaties waarbij het BAG pand slechts één kantoor-vbo omvat. Daarna loopt dit percentage snel terug. Het meest complexe pand omvat maar liefst 522 vbo's. We leggen het filter zodanig, dat we de cases met maximaal 20 vbo's per pand nog meenemen. Hiermee reduceert de valide populatie tot 6.572 kantoor-vbo's (minus 7%).

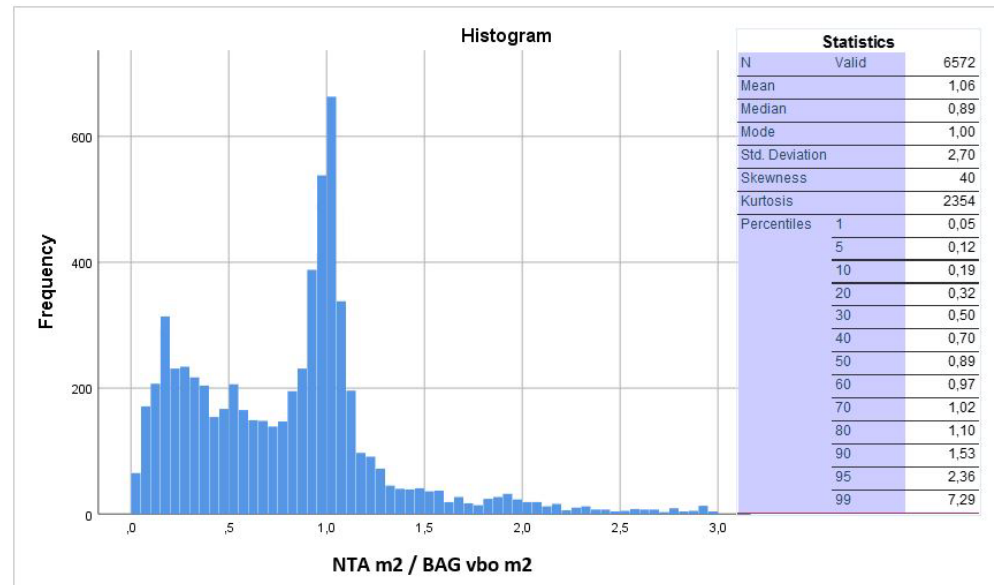


Ten opzichte van voorgaande bouwcategorieën is dit relatief ruim. Er zijn echter kantoorverzamelgebouwen waarbinnen zich vele zelfstandige kantoor-vbo's bevinden, die ieder een eigen, maar identiek label hebben gekregen.

Hiermee heeft 57% van de populatie slechts één vbo per pand, de rest heeft er meer dan één. We besluiten deze variabele als [vbo_type] te testen op mate van beïnvloeding van het energiegebruik door hem mee te nemen binnen de MLRA van paragraaf 10.4.

Gebruiksoppervlak volgens BAG versus labelmethodiek

In voorgaande hoofdstukken is (voor de cases met dezelfde systeemgrenzen) geanalyseerd of het oppervlak volgens de BAG en volgens de labelmethodiek met elkaar overeenkomen. We weten inmiddels dat dit niet altijd zo is. Figuur 107 toont hoe deze verhouding ligt voor de overgebleven 6.572 kantoor-vbo's.



Figuur 107 Histogram m² go volgens NTA gedeeld door m² go volgens CBS kantoor-vbo's.

Wat opvalt:

- De histogram is nu niet gepiekt zoals bijv. bij het onderwijs (vergelijk Figuur 77), maar veel meer uitgesmeerd naar links toe.
- De modus (meest voorkomende frequentie) ligt op de waarde 1,00; wat betekent dat de oppervlakten aan elkaar gelijk zijn. Als we bij 'gelijke oppervlakte' 10% afwijking accepteren, dan voldoet 30% van de populatie aan deze definitie.
- Voor ruim 50% van de populatie ligt het oppervlak volgens de labelmethodiek dan onder het oppervlak volgens de BAG. Noot dat dit hier het oppervlak per individuele kantoor-vbo betreft. Mits het BAG-oppervlak ($\pm 10\%$) correct is, betekent dit dat deze vbo's naast de kantoorfunctie, ook de industriefunctie hebben waarvan de vierkante meters niet meegenomen worden binnen de labelmethodiek (gelijk aan de logistieke complexen van paragraaf 9.2). Denk aan vierkante meters die ingericht zijn met 'zwaardere' industriële processen; maar ook aan laboratoria en/of een eigen dataserver. In de BAG zijn deze afzonderlijke oppervlakten niet inzichtelijk; tijdens een labelopname worden ze echter wel gescheiden. Een andere reden kan zijn dat een deel het vbo een woonfunctie-, een andere eigenaar/gebruiker- en/of een andere WOZ-waarde heeft. Dit onderwerp moet echter beter uitgewerkt worden wat als een aanbeveling kan worden beschouwd (zie ook Bijlage B.5.2). Algemeen kan men stellen dat hoe lager het kantooroppervlak in de labelmethodiek, hoe groter de kans dat het vbo een minder 'pure' kantoorfunctie heeft, maar vermengd is met een andere gebruiksfunctie.
- Voor bijna 20% van de populatie ligt het oppervlak volgens de labelmethodiek *hoger* dan het oppervlak volgens de BAG. Een reden hiervoor die bij het onderwijs was geconstateerd is dat er inmiddels via een verbouwing een

uitbreiding heeft plaatsgevonden, welke wel is meegenomen in de recentere labelopname, maar nog niet is verwerkt in de BAG. Verder kunnen hier eenvoudigweg invoerfouten aan ten grondslag liggen; zowel in de BAG, als ook in de (door Vabi geëxtraheerde) labelinvoer. Het is een aanbeveling ook hier beter naar te kijken.

Besloten wordt om van Figuur 107 het gebied tussen 0,5 en 1,1 mee te nemen richting de analyses. De valide populatie reduceert hiermee tot 3.310 kantoor-vbo's (-49%). We besluiten deze variabele als [opp_ver] te testen op mate van beïnvloeding van het energiegebruik door hem mee te nemen binnen de MLRA van paragraaf 10.4. Aan Tabel 92 is onder de kolom 'effect filter oppervlakte' toegevoegd wat het effect van deze keuze is op het aantal cases met x vbo's per pand.

BENG2 Eindnorm 2050

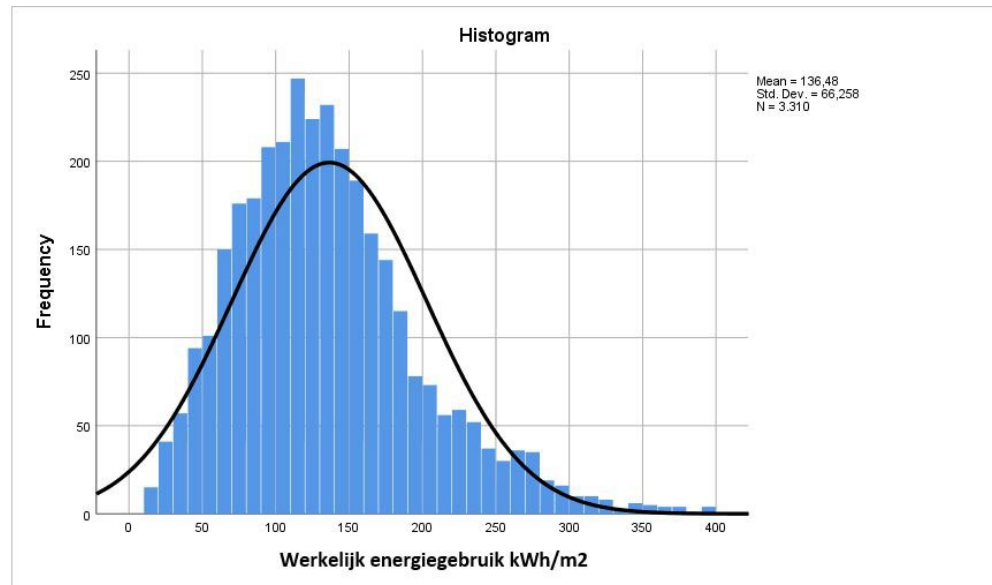
De gerelateerde BENG2 Eindnorm ligt op 55 kWh/m². Deze ligt hoger dan de huidige nieuwbouwnorm van 40 kWh en valt binnen label A3+ welke loopt van 40,01 t/m 80 kWh/m². We gaan daarom uit van A3+, waarmee het deel dat een verbruik heeft van 80 t/m 55 kWh/m² de Eindnorm nog niet heeft gehaald. Tabel 101 in paragraaf 10.5 toont dat 13 cases binnen het analysebestand hier aan voldoen.

Relevante informatie uit eerdere en andere onderzoeken

In (Sipma & Rietkerk, 2016) is het werkelijk verbruik van kantoren eerder geanalyseerd. In (Sipma, Kremer, & Vroom, 2017) is specifiek ingezoomd op de gelabelde voorraad. In 2019 volgde het meest recente onderzoek '*Nieuwe benchmarkmethodiek energiegebruik kantoren, op basis van het 13.000 kantoren, beïnvloed door grootte, bouwjaar, energielabel, locatie, verbruiksjaar en de bezettingsgraad*' (Sipma, 2019b). In het laatst genoemde onderzoek maakte het CBS gebruik van de o.a. de BAG, Dataland en de Klantenbestanden van de netwerkbedrijven om 'kantoren' te identificeren. De (milieubarometer.nl) geeft voor kantoren vanuit energiescans inzicht in diverse typen energie-intensiteiten; ook naar fte. De grootte van de steekproef wordt hierbij niet gegeven.

10.3 Gemiddeld werkelijk verbruik en spreiding, gehele gelabelde populatie

Figuur 108 toont de frequentietabel voor het werkelijk energiegebruik van de geselecteerde valide populatie. Dit betreft nu dus enkel de NTA gelabelde voorraad, excl. warmtelevering. Het gemiddeld werkelijk verbruik ligt voor deze populatie op 136 kWh/m². De zwarte lijn wordt door SPSS ingetekend en toont de ideale normaalverdeling; welke in vergelijking tot de meeste voorgaande gebouwcategorieën behoorlijk goed benaderd wordt. De procentuele standaarddeviatie ligt met 49% 'in het midden' van voorgaande analyses. Tabel 93 toont de bijbehorende spreidingsmaten. Dit keer worden deze ook getoond voor het gas- en elektriciteitsverbruik afzonderlijk.



Figuur 108 Histogram werkelijk verbruik kantoorpopulatie voor de beschikbare NTA gelabelde populatie.

Tabel 93 Spreidingsmaten gas- en elektriciteitsverbruik, gevolgd door het aan Figuur 108 gerelateerd totaal energiegebruik.

Statistics		gas m3/m2	elek kWh/m2	totaal kWh/m2
N	Valid	3310	3310	3310
Mean		9,3	46	136
Variance		34	849	4.390
Std. Deviation		5,8	29	66
% Std. Deviation		63%	64%	49%
Skewness		1,4	1,3	1,1
Kurtosis		3,2	1,8	2,0
Percentiles	1	0,04	11	25
	5	1,7	12	46
	25	5,4	23	91
	50	8,2	39	128
	75	12	61	170
	95	21	103	264
	99	29	138	351

In Tabel 94 wordt het voor verbruiksjaar 2019 gevonden gas- en elektriciteitsverbruik vergeleken met wat in (Sipma, 2019b) was gevonden voor verbruiksjaar 2016. Zowel het (gecorrigeerd) gas- als het elektriciteitsverbruik liggen nu lager. Het is echter lastig in te schatten of de populaties voldoende overeenkomen, waarmee (nog) niet geconcludeerd mag worden dat de gelabelde voorraad energiezuiniger is geworden over deze periode van 3 jaren. Dit geeft aan hoe belangrijk het is om systeemgrenzen van populaties te vergelijken, wanneer resultaten van verscheidene onderzoeken naast elkaar worden gezet. Voor dit inzicht zou het beter zijn een historische analyse op een identieke populatie uit te voeren, zoals is gedaan bij de winkels_nonfood, logies en zorg.

Tabel 94 De resultaten van dit onderzoek over verbruiksjaar 2019 vergeleken met de resultaten van (Sipma, 2019b) over verbruiksjaar 2016.

	2016	2019	2019/2016
ongewogen graaddagen	2785	2617	94%
gasverbuik m ³ /m ² 2016, gelabelde voorraad	11,3		
gasverbuik m ³ /m ² 2019, graaddagen gecorrigeerd	10,6	9,3	88%
elektriciteitsdverbuik kWh/m ²	68,4	45,7	67%

10.4 Beïnvloeding van onafhankelijke variabelen op het verbruik

In deze paragraaf kijken we naar de mate van beïnvloeding van onafhankelijke variabelen op het energiegebruik. Dit doen we eerst voor de variabelen binnen het CBS analysebestand, waar we informatie vanuit de NTA labeldatabase aan toe hebben gevoegd. We zoeken naar correlaties tussen de variabelen en vervolgen met een Multiple Lineaire Regressie Analyse (MLRA). Daarna onderzoeken we of de EML aanvullende informatie heeft. Ook wordt vanuit een eerder onderzoek de invloed van de bezettingsgraad besproken.

10.4.1 Vanuit het CBS analysebestand

10.4.1.1 De onafhankelijke variabelen die worden meegenomen

De volgende (vermeende) onafhankelijke variabelen worden meegenomen:

- 1 [grootte5]: BAG vbo-grootte naar 5 klassen
- 2 [nta_label]: labelklassen G t/m A+++
- 3 [Uwaarde4]: de gemiddelde U-waarde voor de buitenschil, bepaald door w/e-adviseurs, opgedeeld naar 4 klassen.
- 4 [bouwjaar5]: bouwjaar naar zes bouwjaarclassen⁶⁹. De klassenindeling is overgenomen vanuit (Menkveld et al., 2020) waarin de overgangsmomenten naar een hogere Rc-waarde voor de buitengevel de indeling naar bouwjaarclassen bepalen.
- 5 [rv_toestel]: gasketel of elektrische warmtepomp als ruimteverwarmingsstoestel
- 6 [vormfactor5]: de vormfactor, bepaald door w/e-adviseurs, welke iets zegt de verhouding buitenschil versus te verwarmen oppervlak, opgedeeld naar 5 klassen (zie ook paragraaf 5.2)
- 7 [sbi19]: de in de inleiding getoonde SBI sectoren, behalve sector 'U'
- 8 [vbotype2] de in de inleiding gedefinieerde [vbotype]; welke aangeeft of het vbo uitmaakt van een pand met enkel dit vbo, of dat er meerdere vbo's binnen het betreffende pand liggen.
- 9 [opp_ver3]: de in de inleiding gedefinieerde [opp_ver]; de verhouding tussen het oppervlak volgens de BAG-definitie en de NTA-methodiek; opgedeeld naar 3 klassen.

Noot dat [Uwaarde4], [vormfactor5], [vbotype2] en [opp_ver3] niet (direct) ter beschikking staan aan een toekomstige gebruiker van een gelijkwaardige

⁶⁹ Hiervoor zijn de NTA bouwjaar gekozen. Vaak komen deze (ongeveer) overeen met de BAG bouwjaar. Binnen de BAG bouwjaar zitten echter ook onlogische waarde, zoals het bouwjaar '1000' (als deze tijdens de BAG-invoer onbekend was).

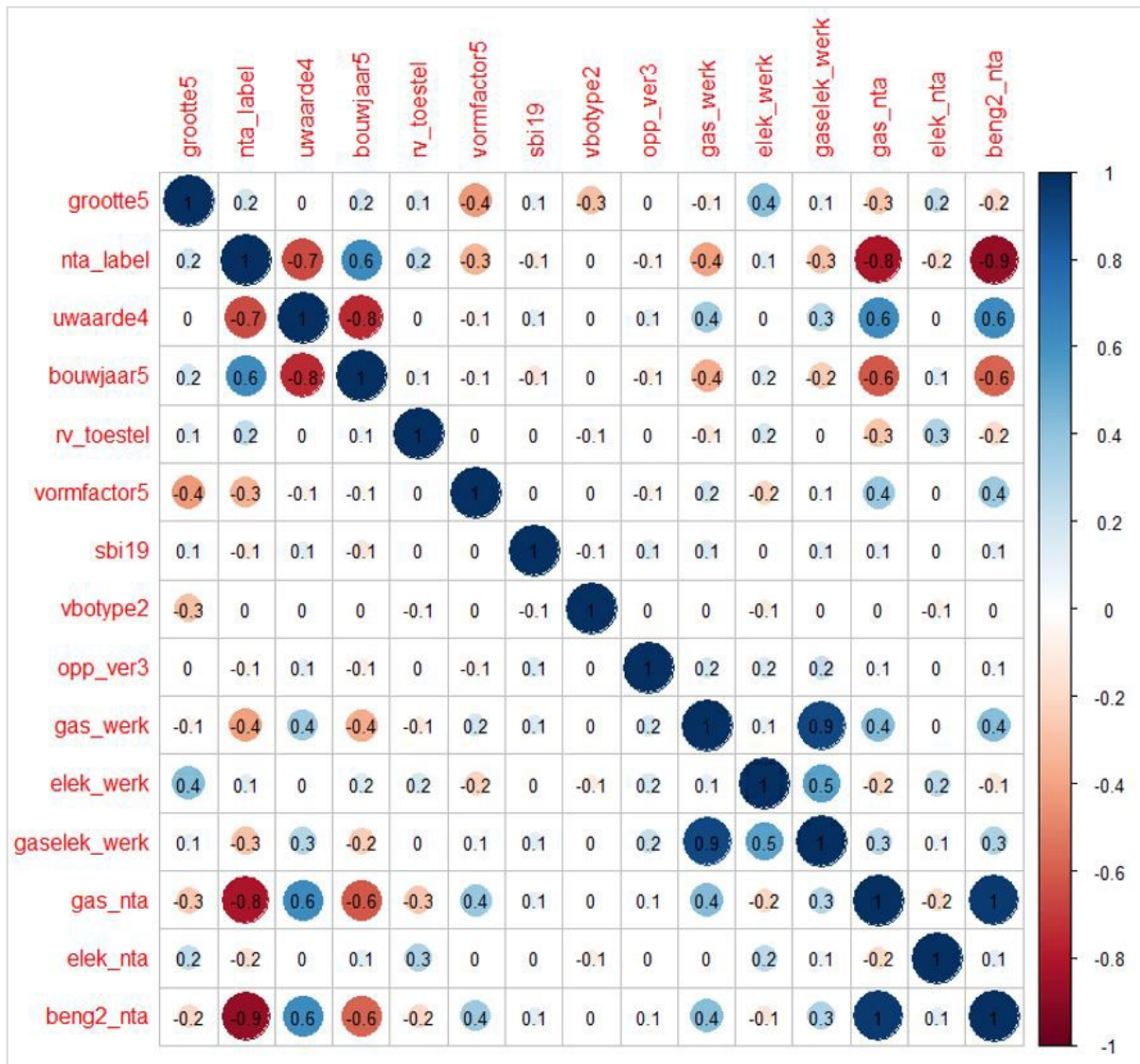
benchmarkmethodiek en vanuit dat perspectief niet relevant zijn. We willen echter onderzoeken of juist het *ontbreken* van dit inzicht de zoektocht naar een alternatieve norm beïnvloed.

10.4.1.2 De correlatiematrix

Als eerste stap richting een MLRA, toont Figuur 109 de zogenaamde correlatiematrix voor de aanwezige variabelen. De eerste 6 van boven naar beneden, en van links naar rechts, zijn de in de vorige paragraaf beschreven onafhankelijke variabelen. Daarna volgen het werkelijk gas-, elek- en totaalverbruik als afhankelijke variabelen. Daarna volgen ook het gas- elek- en BENG2-verbruik volgens de NTA. Noot dat het *NTA* gas- en elekverbruik niet noodzakelijk zijn in dit onderzoek, maar wel interessant zijn om mee te nemen; ze dragen indirect bij aan het inzicht dat de spreiding in het werkelijk verbruik lastig te verklaren is met de beschikbare onafhankelijke variabelen.

0,1-0,3	Zwak
0,3-0,5	Matig sterk
0,5-0,7	Sterk
>0,7	Zeer sterk
1	Perfect verband

Tabel 112 in Bijlage A.3.1 (links gedeeltelijk herhaald) toont hoe de getallen in de correlatiematrix kunnen worden geïnterpreteerd. Het kwantitatieve getal geeft een verband tussen -1 en 1; bij deze uiterste waarden zijn twee variabelen volledig gecorreleerd (de diagonaal). Bij een negatieve waarde is de richting (meer/minder verbruik) tegengesteld. Noot: wanneer de correlatie tussen twee onafhankelijke variabelen $>|0,8|$ betreft, dient de onderzoeker na te gaan of beide wel zo onafhankelijk *van elkaar* zijn; eentje valt dan meestal af.



Figuur 109 Correlatiematrix voor de aanwezige variabelen, kantoren

Er zijn vele conclusies te trekken; we beperken ons tot de belangrijkste:

- De relatie tussen het werkelijk elektriciteits- en het NTA elektriciteitsverbruik is zwak. Dit is niet verwonderlijk aangezien binnen het NTA elektriciteitsverbruik enkel het *gebouwgebonden* verbruik is meegenomen. Het werkelijk gasverbruik heeft echter ook maar een ‘matig sterke’ relatie met het NTA gasverbruik. De relatie van het totaal energiegebruik met het BENG2 verbruik ligt hier automatisch tussenin maar wordt ook als zwak beschreven.
- BENG2 wordt het meest beïnvloed door het NTA label (zeer sterk). Ook de gemiddelde Uwaarde van de buitenschil en het bouwjaar hebben een sterke relatie met BENG2, maar zijn zelf ook (zeer) sterk verbonden met het NTA label (wat natuurlijk niet verwonderlijk is). Het zou dan ook geen zin hebben deze alle drie in een MLRA mee te nemen; daarom wordt enkel het NTA label verder meegenomen.
- Wanneer er sprake is van een elektrische warmtepomp, is de invloed van [rv_toestel] op het werkelijk- en NTA elektriciteitsverbruik correct positief (neemt toe). Een korte analyse toont dat elektrische warmtepompen in alle labelklassen voorkomen, maar domineren in de A en A-met-plusjes.

- Het werkelijk totaal energieverbruik heeft een sterkere relatie met het werkelijk gas, dan met het werkelijk elektriciteitsverbruik. De reden is eenvoudig dat er, uitgedrukt in kWh, meer gas- dan elektriciteitsverbruik is.
- Het werkelijk totaal energiegebruik heeft slechts een ‘matig sterke’ relatie met het NTA label. Noot hierbij dat de relatie tussen enkel het gasverbruik en het label ‘iets minder zwak’ is, maar ‘uitdooft’ door de ‘nog zwakkere’ en bovendien tegengestelde relatie met het elektriciteitsverbruik.
- Voor de rest heeft het werkelijk totaal energiegebruik enkel nog een ‘zwakke’ relatie met de variabele [opp_ver3], die overigens niet beschikbaar is zonder eerst een labelberekening uit te voeren.
- Daar waar het werkelijk gasverbruik enkel een ‘matig sterke’ relatie heeft met het NTA label, heeft het elektriciteitsverbruik enkel een ‘matig sterke’ relatie met de grootte. Alle andere combinaties leveren slechtere relaties op.

10.4.1.3 De MLRA op het werkelijk verbruik

Tabel 95 toont de resultaten voor de MLRA⁷⁰ op het werkelijk gas- en elektriciteits- en totaal energiegebruik.

Tabel 95 MLRA op het werkelijk gas, elektriciteits- en totaal energiegebruik.

Onafhankelijke variabele [werkelijk verbruik]	werkelijk gasverbruik als [log]	werkelijk electriciteits- verbruik als [log]	Totaal energie- gebruik als [log]
factor(nta_label)	11.6%	1.1%	10.7%
factor(rv_toestel)	8.4%	1.1%	0.0%
factor(grootte5)	2.6%	16.0%	2.2%
factor(sbi19)	2.0%	1.2%	1.7%
factor(opp_ver3)	1.7%	2.7%	3.8%
factor(vbotype2)	0.3%	0.1%	0.2%
factor(vormfactor5)	0.9%	0.6%	0.9%
Verklaarde spreiding	27.4%	22.7%	19.5%
Waarvan 2de factor interacties	8.8%	1.5%	1.4%

Wat opvalt:

- De totaal verklaarde spreiding voor het totaal energiegebruik ligt lager (19%) dan die voor het afzonderlijke gas- en elektriciteitsverbruik (27% versus 23%).
- Het hebben van een gasketel of elektrische warmtepomp [rv_toestel] beïnvloed wél de spreiding binnen het gas- en elektriciteitsverbruik, maar niet binnen het totaal energiegebruik.
- Het NTA label verklaart 12% van de spreiding binnen het werkelijk gasverbruik, maar beïnvloed de spreiding binnen het elektriciteitsverbruik met 1% slechts marginaal. Omdat de invloed van beiden qua *richting* tegengesteld is (zie de correlatiematrix Figuur 109), ligt de verklaarde spreiding met deze variabele voor het totaal energiegebruik met 11% hier tussenin (maar dichterbij die van het gasverbruik).
- De grootteklasse verklaart 16% in de spreiding van het werkelijk elektriciteitsverbruik, maar verklaart met 3% slechts marginaal het gasverbruik.

⁷⁰ De zogenaamde ‘tweede orde invloeden’ zijn gelijkelijk verdeeld over de bijdragen van de respectievelijke variabelen. Zie voor meer informatie voetnoot 89 in Bijlage A.3.2.2.

- De nieuw gedefinieerde variabele [opp_ver3] geeft aan dat het geconstateerde oppervlakteverschil tussen de BAG en de NTA labelmethodiek wel degelijk invloed heeft op de spreiding binnen het totaal energiegebruik. Een extra reden om dit beter uit te zoeken.

Belangrijkste conclusie voor dit onderzoek: van de voor een toekomstige gebruiker beschikbare variabelen, beïnvloeden het NTA label en de grootteklasse het totaal energiegebruik het meest. Noot dat wanneer de voor een toekomstige gebruiker *niet* beschikbare variabelen zouden worden verwijderd uit de MLRA, de verklaarde spreiding ervan (deels) wordt overgeheveld naar de resterende variabelen.

10.4.1.4 De MLRA op het NTA verbruik

Niet gevraagd binnen dit project, maar bijdragende aan het inzicht van beïnvloedende variabelen, toont Tabel 96 de resultaten voor een MLRA op het NTA gas- en elektriciteits- en BENG2 verbruik.

Tabel 96 MLRA op het NTA gas, elektriciteits- en totaal energiegebruik.

Onafhankelijke variabele [NTA verbruik]	NTA gasverbruik als [log]	NTA elektriciteits- verbruik	NTA BENG2 als [log]
factor(nta_label)	28.4%	16.9%	86.2%
factor(rv_toestel)	41.2%	8.4%	7.1%
factor(grootte5)	6.0%	7.2%	0.0%
factor(sbi19)	0.7%	0.0%	0.0%
factor(opp_ver3)	0.1%	0.4%	0.0%
factor(vbotype2)	0.0%	0.0%	0.0%
factor(vormfactor5)	1.9%	2.0%	0.6%
Verklaarde spreiding	78.3%	34.9%	94.0%
Waarvan 2de factor interacties	10.7%	7.9%	0.8%

Wat opvalt ten opzichte van de vorige paragraaf:

- De totaal verklaarde spreidingen liggen nu veel hoger. Met de combinatie [nta_label] en [rv_toestel] wordt maar liefst 93% van de spreiding binnen BENG2 verklaard. Dit is natuurlijk logisch, aangezien BENG2 en het label 1-op-1 aan elkaar gerelateerd zijn. Noot dat wanneer [rv_toestel] niet als onafhankelijke variabele zou worden meegenomen, dit percentage (deels) wordt overgeheveld naar [nta_label].
- Voor het gasverbruik geldt dat dezelfde drie variabelen [nta_label], [rv_toestel] en [grootte] de spreiding het meest verklaren. Noot dat het werkelijk gasverbruik, een ‘matig sterke’ relatie heeft met het NTA gasverbruik (zie de correlatiematrix Figuur 109).
- Voor het elektriciteitsverbruik ligt dit anders; de [grootte5] domineert nu *niet*; de spreiding wordt net als bij het NTA gasverbruik ook bepaald door het [nta_label] en [rv_toestel]. Noot dat het werkelijk elektriciteitsverbruik ook het niet-gebouwbonden verbruik omvat wat het vergelijk met het werkelijk gemeten elektriciteitsverbruik lastig maakt; dit bleek al uit de zwakke relatie tussen de twee.
- Noot dat de variabelen [sbi19], [opp_ver3] en [vbotype2] op een directe wijze helemaal geen invloed *kunnen* uitoefenen op het NTA verbruik, aangezien ze geen onderdeel uitmaken van de NTA methodiek. Echter, vanwege de (zwakke)

interactie met NTA-variabelen tonen ze indirect toch een (zeer kleine) verklaarde variantie. Bij een pure NTA-evaluatie zouden we deze niet meenemen.

Belangrijkste conclusie voor dit onderzoek: de lage verklaarde spreiding binnen het werkelijk gas- elektriciteits- en totaal energiegebruik, ten opzichte van de NTA-equivalente situatie, betekent dat er onafhankelijk variabelen zijn die het werkelijk verbruik beïnvloeden, maar die we (nog) niet in beeld hebben.

10.4.2 De invloed van het hebben van een eigen serverruimte; vanuit de EML

Tijdens invoeren van de EML kantoren⁷¹, wordt de vraag gesteld of er sprake is van een eigen serverruimte, waarbij het opgesteld vermogen minimaal 5 kW is. In deze paragraaf wordt geëvalueerd of een dergelijke situatie het elektriciteitsverbruik beïnvloed. Het door RVO aangeleverde bestand bevat 6.165 ingevoerde cases; zie de eerste rij van Tabel 97.

Tabel 97 Bewerkingen EML kantorenbestand voor analyse invloed eigen serverruimte

Stappen richting een valide EML bestand	aantal cases	% van start database
Start database	6,165	100%
Hiervan gebruiksfunctie 'kantoor'	3,789	61%
Verwijderen <20 m2 en groter dan 150.000 m2	3,763	99%
Valide elek-verbruik	2,602	69%
Valide gas-verbruik	2,505	96%
Hiervan overeenstemming wel/geen server	1,412	37%
waarvan wel eigen serverruimte met een minimaal opgesteld vermogen van 5kW	906	36%
waarvan geen eigen serverruimte	506	20%

RVO heeft informatie vanuit de BAG gekoppeld. Hieruit bleek dat ruim 60% van de ingevoerde cases, in de BAG de gebruiksfunctie 'kantoor' krijgt. Bijna 20% krijgt de industriefunctie, 8% de bijeenkomstfunctie; de overige 11% krijgt één van de overgebleven acht BAG gebruiksfuncties. Door enkel de kantoorfunctie te selecteren, hielden we 3.789 cases over.

Daarna volgden drie acties om tot een 'valide' bestand te komen qua verbruik per m². Hierbij zijn de minimale- en maximale intensiteiten van Tabel 91 aangehouden⁷². Het gasverbruik is hierbij middels een graaddagencorrectie omgezet naar een 2018_verbruik. Het valide bestand omvatte 2.505 cases.

⁷¹ De lijst omvat 'Inrichtingen voor het uitvoeren van administratieve werkzaamheden. De inrichting heeft een kantoorfunctie zoals aangehaald in het Bouwbesluit 2012. Denk aan het openbaar bestuur, overheidsdiensten, verplichte sociale verzekeringen en zakelijke en financiële dienstverlening. Ter indicatie de SBI-codes die voor de indeling van deze diensten veelal worden gebruikt zijn SBI-code 64 t/m 74 en 84.

⁷² - Voor de identificatie van elektrische warmtepompen is hierbij uitgegaan van maatregel [FA2: In werking hebben van een stookinstallatie (emissie naar de lucht)] waarvoor de uitgangssituatie 'niet van toepassing' is, wanneer er *geen* gasketel is. Wanneer er een HR107 ketel aanwezig is, is de maatregel al genomen.
- Waarschijnlijk hadden kantoren die aangesloten zijn op een warmtenet er uit gefilterd kunnen worden, door voor dezelfde maatregel de cases met 'niet aanwezig / niet van toepassing' te elimineren. Hier is van afgezien omdat we voornamelijk geïnteresseerd zijn in de invloed van een eigen server ruimte op het elektriciteitsverbruik.

Tabel 98 EML invoervelden

Bulk	Activiteit aanwezig	EML maatregelen genomen?	Reden van niet nemen
N	Nee	N (Nee)	U (Activiteiten en Uitgangssituatie nvt)
N	Ja	A (Alternatief, beschrijf)	leeg
		N (Nee)	M (natuurlijk Moment nog niet geweest) N (nog Niet uitgevoerd) R (niet voldaan aan Randvoorwaarden) U (Activiteiten en Uitgangssituatie nvt)
J	leeg	A (Alternatief)	leeg
		N (Nee)	M (natuurlijk Moment nog niet geweest) N (nog Niet uitgevoerd) R (niet voldaan aan Randvoorwaarden) U (Activiteiten en Uitgangssituatie nvt)

De invoerde EML gegevens (zie Tabel 98) kunnen ogenschijnlijke tegenstrijdigheden bevatten. Door deze velden te analyseren⁷³, waren we in staat om voor 1.412 cases te achterhalen of er wel of geen eigen serverruimte aanwezig is, waarbij aan de voorwaarde van minimaal 5kW opgesteld vermogen wordt voldaan.

De EML geeft 9 maatregelen waarmee het elektriciteitsverbruik van deze ‘activiteit’ kan worden verminderd. :

Maatregelen gericht op de servers zelf:

- FG1: Inzet van fysieke servers in serverruimten beperken; meerdere gevirtualiseerde servers werken op een minder aantal fysieke servers.
- FG5: Inzet van servers in serverruimte afstemmen op de vraag, powermanagement op servers toepassen.

Maatregelen gericht op de ventilatie/koeling van de ruimte⁷⁴:

- FG2: Vrije koeling in serverruimten toepassen om bedrijfstijd van koelinstallatie te beperken.
- FG3: Energiezuinige koelinstallatie voor koeling serverruimten toepassen.
- FG4: Met hogere koeltemperatuur in serverruimten werken.
- FG6: Vrije koeling in datacenter toepassen om bedrijfstijd van compressiekoelinstallatie te beperken.
- FG7: Hogere koeltemperaturen in datacenter realiseren om efficiëntie van compressiekoelinstallatie te verhogen en om meer gebruik te maken van vrije koeling.

⁷³ Er is sprake van 62% niet-bulk invoer; dit zijn de individuele kantooreigenaren. De rest is bulkinvoer op portefeuille-niveau. Voor de niet-bulkinvoer wordt rechtstreeks gevraagd of er sprake is van een eigen serverruimte. Voor de bulkinvoer is deze informatie niet beschikbaar. Met de ingevoerde informatie die volgt kan dit echter via terug-redenatie toch achterhaald worden. Daarna geeft de EML 9 maatregelen om het elektriciteitsverbruik ervan te reduceren, waarbij moet worden aangegeven of deze maatregelen wel/niet genomen zijn, en zo niet, waarom niet (zie ook Tabel 98). Regelmatig lijkt er een ‘tegenstrijdigheid’ aan ingevoerde gegevens te zijn. Uiteindelijk is achterhaald voor welke cases de antwoorden op de 9 maatregelen in ieder geval met elkaar in overeenstemming zijn, zodat zeker is of er wel of geen sprake is van een eigen serverruimte.

⁷⁴ Noot dat FG7, FG8 en FG9 de omschrijving ‘datacenter’ meenemen binnen de maatregelomschrijving. Dit zijn echter niet de commerciële datacenters (die hun eigen EML hebben), maar betreffen nog steeds kantoren. Als een kantoorruimte samen met het datacenter één inrichting vormt, dan zijn ook voor het kantoordeel erkende maatregelen opgenomen in de lijst voor de commerciële datacenters.

- FG8: Met hogere koeltemperatuur in datacenter werken door menging van warme en koude lucht bij ongebruikte posities in racks te voorkomen. K
- FG9: Toerental van ventilatoren in zaalkoelers (CRAH's) in datacenter beperken.

Tabel 99 toont voor de 504 cases met een eigen serverruimte, hoeveel van deze maatregelen in willekeurige volgorde zijn genomen. Het blijkt dat een kwart (130 cases) nog geen enkel maatregel heeft genomen, terwijl een derde (171 cases) aangeeft juist alle 9 maatregelen reeds te hebben genomen.

Tabel 99 Aantal getroffen maatregelen voor de cases in Tabel 97 die een eigen serverruimte hebben.

aantal getroffen maatregelen	aantal cases	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	% van totaal
0	130	3,586	1977	26%
1	59	4,953	1980	12%
2	29	6,768	1984	6%
3	26	5,220	1974	5%
4	28	6,843	1985	6%
5	27	8,657	1913	5%
6	14	5,072	1997	3%
7	8	7,456	1997	2%
8	14	4,288	1994	3%
9	171	9,899	1971	34%
Totaal	506	6,786	1973	100%

Tabel 100 toont de eindresultaten voor deze exercitie. De tweede rij toont het gemiddeld verbruik voor de gehele populatie. Vergelijk dit met wat we in paragraaf 10.6 gaan vinden voor de CBS populatie, opgedeeld naar grootteklassen. Als we dezelfde grootteklassen met elkaar vergelijken, dan ligt het verbruik voor deze EML populatie zo'n 10% hoger. Gemiddeld zijn deze kantoren 14 jaar ouder, wat een hoger gasverbruik kan verklaren. Het hogere elektriciteitsverbruik wordt hiermee niet verklaard, maar kan vele oorzaken hebben. Zo komen deze EML kantoren ook van buiten de Dienstensector.

De rijen 4, 5 en 6 geven het verbruik weer voor kantoren met een eigen serverruimte. De kantoren binnen rij 4 hebben nog geen maatregelen genomen; die van rij 6 wel. In rij 7 worden de kantoren getoond die geen eigen serverruimte hebben. De verschillen zijn relatief klein, maar tonen wel een bepaalde logica. Ter referentie: een opgesteld vermogen van 5 kW dat het gehele jaar draait zou het gemiddeld elektriciteitsverbruik van een 3500 m² groot kantoor verhogen met ongeveer 12 kWh/m². Voor een 6800 m² groot kantoor zou de verhoging 6 kWh/m² zijn.

- In werkelijkheid neemt het verbruik toe van 73 kWh/m² (geen server, 3577 m²) naar gemiddeld 76 kWh/m² (wel server, 6789 m²)⁷⁵. Dat de toename beperkt is, is verrassend, want op basis van de toegenomen gemiddelde grootte zou een grotere toename te verwachten mogen zijn (zie Tabel 105).

⁷⁵ Noot dat wanneer enkel de zogenaamde 'niet bulk' wordt geanalyseerd (niet getoond), waar meer over bekend is, de voorraad met een eigen serverruimte (#243; gemiddeld 4910 m²) een gemiddeld elektriciteitsverbruik van 78 kWh/m² heeft, tegenover 70 kWh/m² voor de voorraad zonder server (#623; 3350 m²).

- Het elektriciteitsverbruik neemt van rij 4 naar rij 7 af; wat overeenkomt met een afnemende serverintensiteit vanwege een toegenomen aantal getroffen maatregelen.
- Het gasverbruik neemt van rij 4 naar rij 6 af, wellicht omdat tegelijkertijd ook maatregelen zijn genomen die het gasverbruik doen afnemen, enigszins versterkt door de toenemende grootte. Noot dat dit slechts een hypothese is, met zou ook kunnen verwachten dat het gasverbruik juist toeneemt omdat minder restwarmte voor verwarmingsdoeleinden kan worden ingezet.

Tabel 100 Verbruik naar het hebben van wel/geen eigen serverruimte

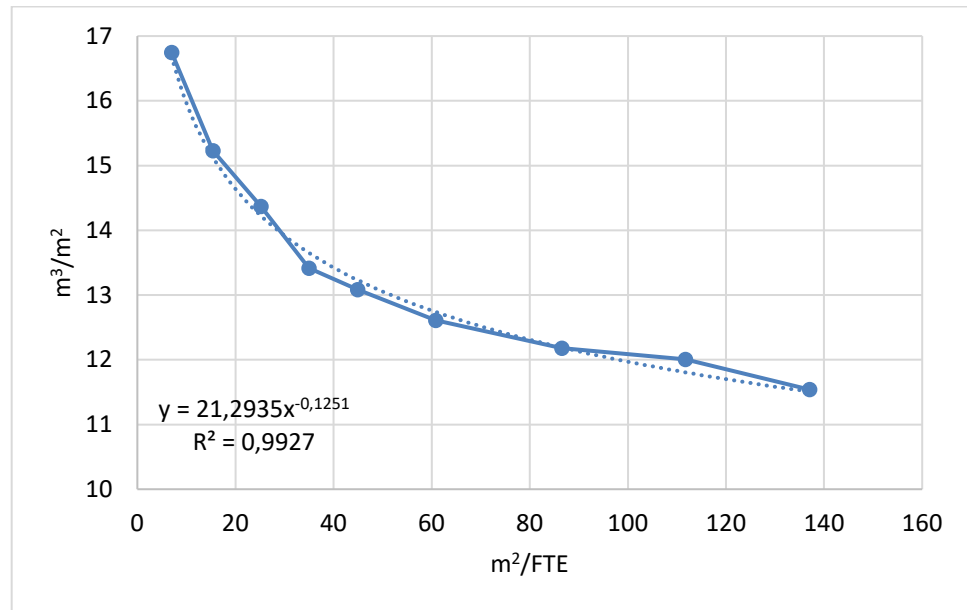
		1	2	3	4a	4b	5a	5b	6a	6b
	beschrijving populatie	aantal cases	oppervlak m2	bouwjaar BAG pand	elek-verbruik kWh/m2	% tov zonder eigen server-ruimte	gas-verbruik kWh/m2 2018	% tov zonder eigen server-ruimte	totaal energie gebruik kWh/m2 2018	% tov zonder eigen server-ruimte
1	minimum	1	249	1005	11		-		11	
2	gemiddeld gehele populatie	1412	4,708	1976	74		84.1		158	
3	maximum	1	91,883	2019	361		291.6		566	
4	populatie met eigen serverruimte; geen maatregelen getroffen	130	3,853	1975	78	106%	94.7	111%	173	109%
5	populatie met eigen serverruimte, gemiddelde waarde	506	6,786	1973	76	103%	81.8	96%	158	99%
6	populatie met eigen serverruimte; minimaal één maatregelen getroffen	376	7,801	1973	75	102%	77.4	91%	152	96%
7	populatie zonder eigen serverruimte	906	3,548	1977	73	100%	85.3	100%	159	100%

Algemene conclusie voor deze paragraaf: het gevonden meerverbruik voor het hebben van een server is verrassend klein. Een aanvullende opmerking is dat tijdens de EML analyse de data wat 'ongrijpbaar' aanvoelde; er lijkt sprake te zijn van tegenstrijdigheden. Een aanbeveling is dan ook de EML database eerst wat meer robuustheid te geven, met verifiërende, kwantitatieve checks.

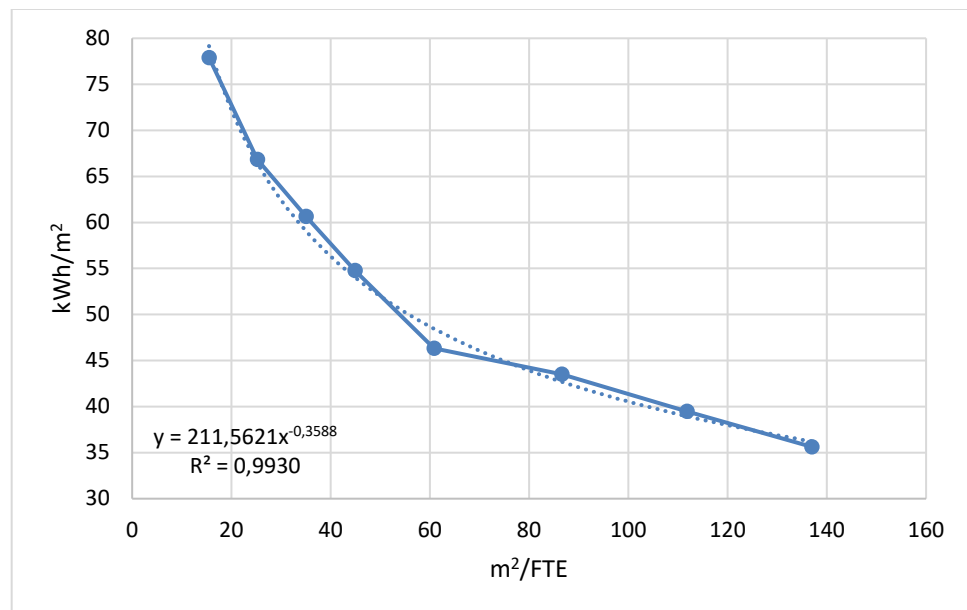
10.4.3 De invloed van de bezettingsgraad; vanuit eerder onderzoek

Ook de bezettingsgraad is van invloed op werkelijke intensiteiten. Deze factor is onderzocht in (Sipma, 2019c). In de praktijk ligt het ruimtegebruik op bijna 27 m² GO per FTE⁷⁶. Dit is echter het *naar oppervlak gewogen gemiddelde* waarbij FTE voor de gehele kantorenpopulatie is gedeeld door de beschikbare vierkante meters. Omdat een groot deel van de kantoren te kampen heeft met (een bepaalde vorm van) leegstand, tot aan volledig en structureel leegstand aan toe, ligt het *ongewogen gemiddeld* ruimtegebruik rond de 50 m² GO per FTE. Aangezien de labelmethodiek uitgaat van een 'standaard' bezetting, waarbij het kantoor 'standaard' in gebruik is, is een deel van het verschil berekend versus gemeten met de bezettingsgraad te verklaren. Figuur 110 toont de invloed van deze variabele op de gasintensiteit, Figuur 111 op de elektriciteitsintensiteit.

⁷⁶ FTE staat voor Fulltime-equivalent. Het is een rekeneenheid waarmee de omvang van de personeelssterkte kan worden uitgedrukt. Eén fte is een volledige werkweek, uitgaande van een werkweek van 38 uur ([onzetaal](#)).

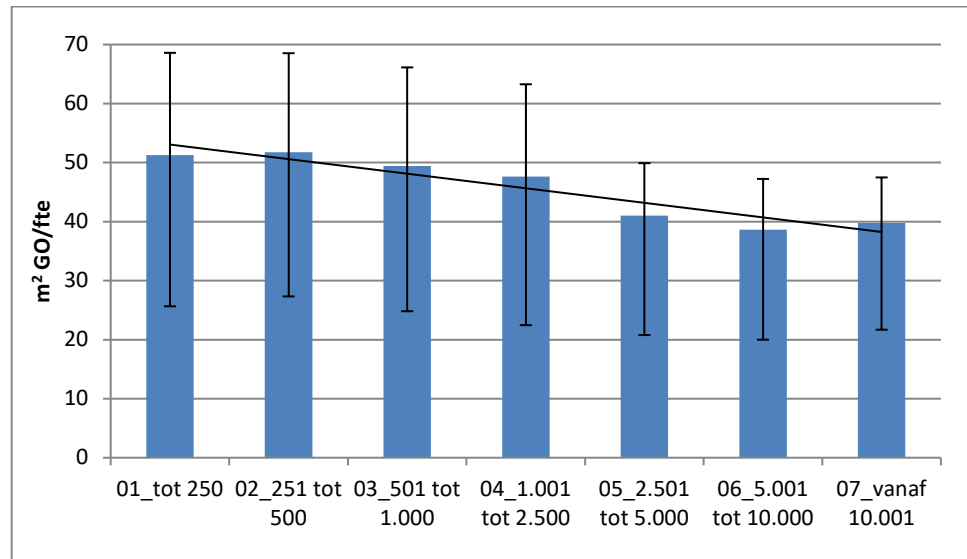


Figuur 110 Invloed ruimtegebruik per FTE op de gasintensiteit (N=7592); uit (Sipma, 2019c)



Figuur 111 Invloed ruimtegebruik per FTE op de elektriciteitsintensiteit (N=7157); uit (Sipma, 2019c)

Dit is echter de ‘individueel geanalyseerde’ invloed, zonder rekening te houden met de andere variabelen. Ten tijde van het genoemde onderzoek is geen MLRA uitgevoerd, waarmee niet bepaald is hoe ‘onafhankelijk’ deze variabele is. Wel is vastgesteld dat het ruimtegebruik per FTE relatief sterk afneemt met een toenemende kantoor grootte (weergegeven in Figuur 112); dit de sterkte gevonden interactie voor de bezettingsgraad. Grotere kantoren zijn dus beter bezet dan kleinere kantoren.



Figuur 112 1 Ruimtegebruik (m² GO) per FTE, per grootteklasse. N=7.841; uit (Sipma, 2019c)

Het bouwjaar heeft vrijwel geen invloed op de bezettingsgraad. Interessant is dat de bezetting voor de slechtere labels ineens wel relatief sterk afneemt, waarschijnlijk doordat er meer gedeeltelijke leegstand te vinden is. Dus een oud niet-gelabeld kantoor laat geen toename van de leegstand zien, maar wanneer dit gebouw van een energielabel-G wordt voorzien wél. Wellicht wordt het dan meetbaar minder aantrekkelijk (voor een eigenaar/gebruiker).

Aanbevolen wordt deze variabele opnieuw te analyseren binnen een MLRA, wanneer het CBS een finale valide kantorensset ter beschikking stelt. Hiermee moet duidelijk worden in hoeverre dit een belangrijke onafhankelijk variabele is. In (Sipma, 2019c) was de variabele gekoppeld vanuit het Algemene Bedrijvenregister (ABR) van het CBS, waarin informatie over het aantal Werkzame Personen beschikbaar is vanuit loonlijsten. Ook had TNO de beschikking over een (commercieel) bestand met informatie over werkzame personen vanuit LISA dan geanonimiseerd was gekoppeld bij het CBS. Dit betrof 1.731 gelabelde kantoor vbo's.

10.5 Labelklassen individueel geanalyseerd

In deze paragraaf tonen we het verbruik naar labelklassen. In voorgaande hoofdstukken gaven we dit alleen voor het werkelijk totaal energiegebruik. Vanwege een parallel lopend project (Dienstensector Convenanten) geven we dit nu echter ook voor het afzonderlijk gas- en elektriciteitsverbruik. De uitbreiding helpt echter ook de zoektocht naar een gelijkwaardige norm op basis van werkelijk verbruik beter te doorgronden.

Tabel 101 toont voor de gelabelde kantorenpopulatie, per labelklasse, het aantal cases, het gemiddeld werkelijk verbruik ervan, de bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen en de (procentuele) standaarddeviatie. Daarna volgt informatie over de gemiddelde grootte van de vbo's binnen de labelklasse, het gemiddeld bouwjaar, het gemiddeld aantal vbo's per pand waar het vbo deel van uitmaakt, de gemiddelde vormfactor (voor uitleg zie paragraaf 5.2) en de gemiddelde U-waarde van de schil (zie voetnoot 48 binnen paragraaf 7.4). Tabel

102 doet hetzelfde voor het elektriciteitsverbruik en Tabel 103 voor het totaal energiegebruik. Noot dat de aanvullende informatie identiek is. De drie figuren die volgen geven het gemiddeld verbruik per labelklasse visueel weer.

Bij het bepalen van het gemiddeld verbruik wordt nu geen rekening gehouden met de andere variabelen. Tijdens het bestuderen van de figuren kan men daarom in gedachten houden:

- Uit de tabellen volgt dat de gemiddelde grootte van de vbo's toeneemt met een beter label, wat van invloed zal zijn op de berekende intensiteiten. De gasintensiteit zal hierdoor extra hard afnemen.
- Het aantal vbo's binnen een pand neemt trendmatig toe met een beter label, wat betekent dat het verliesoppervlak afneemt vanwege gedeelde schildelen. Dit volgt ook uit de afnemende vormfactor. Deze bouwkundige verandering met een beter label laat het gasverbruik extra hard afnemen.
- Het gemiddeld bouwjaar neemt toe met een beter label. Dit is echter volkomen naar verwachting aangezien er een zeer sterke relatie ligt tussen deze twee variabelen (mits er geen renovatie heeft plaatsgevonden). Hetzelfde geldt voor de afnemende gemiddelde U-waarde van de schil. Deze hebben daarom geen 'extra' invloed op de intensiteiten.

Tabel 101 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar labelklassen, werkelijk gasverbruik

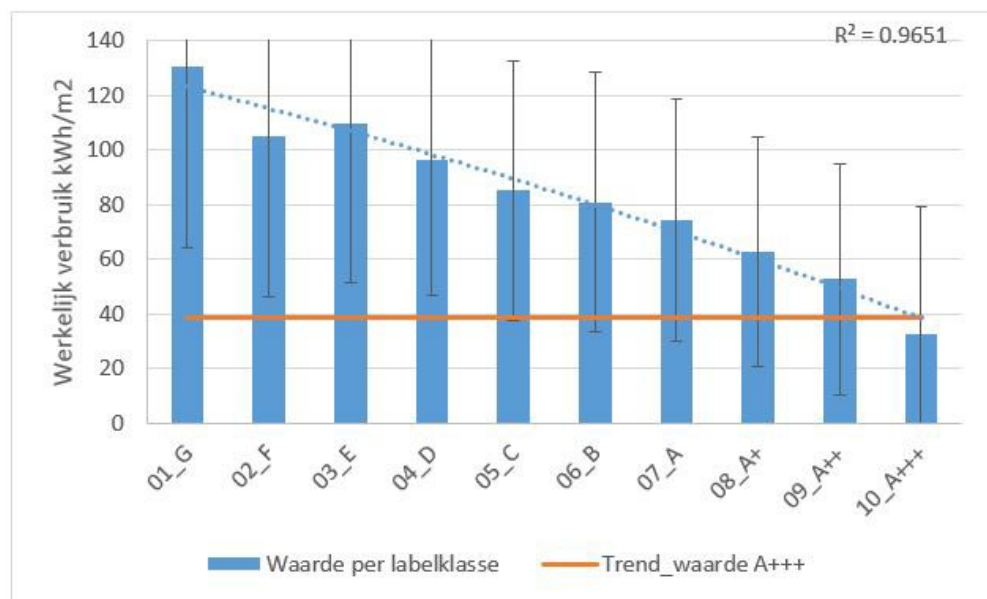
Labelklasse, gas verbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	607	131	126	136	67	51%	553	1925	2.6	2.0	2.11
02_F	161	105	96	114	59	56%	627	1951	2.6	1.8	1.48
03_E	214	110	102	118	58	53%	742	1956	3.0	1.8	1.33
04_D	345	96	91	102	50	52%	1063	1964	3.0	1.8	1.11
05_C	482	85	81	89	47	56%	1407	1973	2.4	1.6	0.91
06_B	505	81	77	85	47	59%	1353	1985	3.4	1.5	0.78
07_A	382	75	70	79	44	59%	1439	1990	3.4	1.5	0.74
08_A+	486	63	59	67	42	67%	1140	1994	4.4	1.4	0.67
09_A++	114	53	45	60	42	80%	1715	1997	3.5	1.2	0.76
10_A+++	13	33	5	61	46	141%	1600	1995	5.0	1.3	0.70
11_A++++	1										
Subtotal	3310	91	89	93	57	63%	1101	1969	3.2	1.6	1.13

Tabel 102 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar labelklassen, werkelijk elektriciteitsverbruik

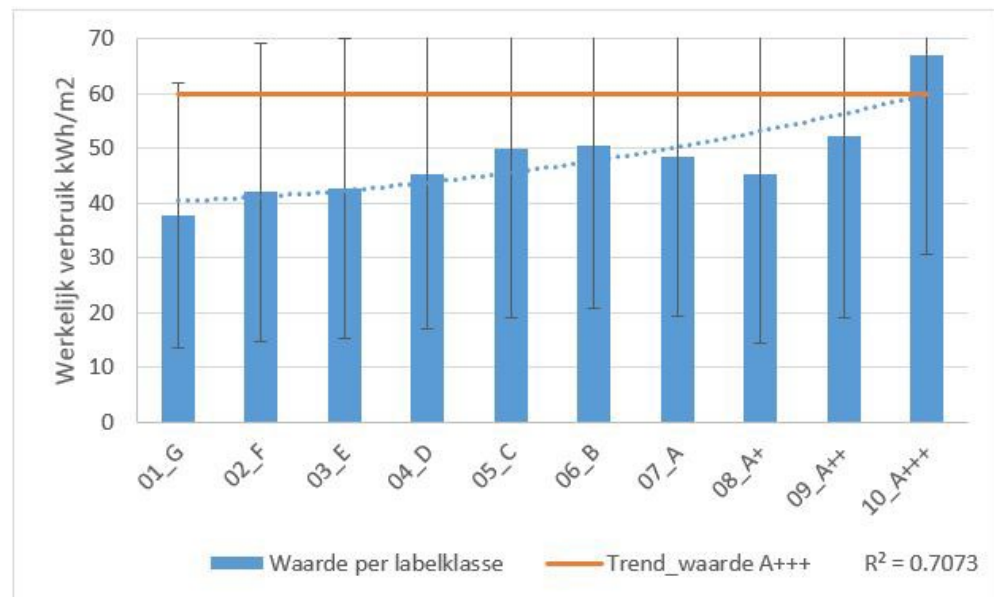
Labelklasse, elek-verbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	607	38	36	40	24	64%	553	1925	2.6	2.0	2.11
02_F	161	42	38	46	27	65%	627	1951	2.6	1.8	1.48
03_E	214	43	39	46	27	64%	742	1956	3.0	1.8	1.33
04_D	345	45	42	48	28	63%	1063	1964	3.0	1.8	1.11
05_C	482	50	47	53	31	62%	1407	1973	2.4	1.6	0.91
06_B	505	50	48	53	30	59%	1353	1985	3.4	1.5	0.78
07_A	382	49	46	52	29	60%	1439	1990	3.4	1.5	0.74
08_A+	486	45	43	48	31	68%	1140	1994	4.4	1.4	0.67
09_A++	114	52	46	58	33	63%	1715	1997	3.5	1.2	0.76
10_A+++	13	67	45	89	36	54%	1600	1995	5.0	1.3	0.70
11_A++++	1										
Subtotal	3310	46	45	47	29	64%	1101	1969	3.2	1.6	1.13

Tabel 103 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar labelklassen, werkelijk totaal energiegebruik

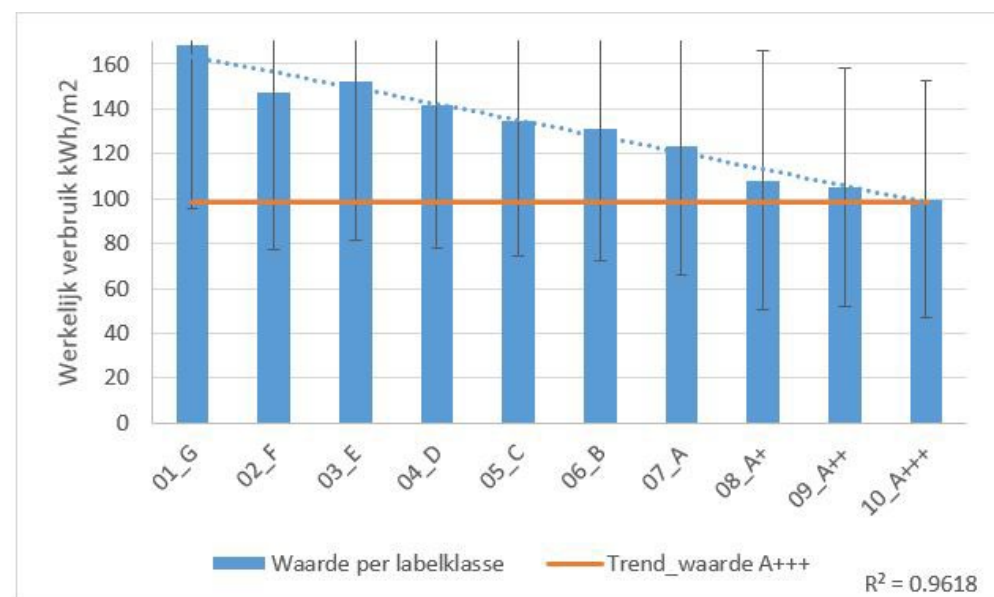
Labelklasse, totaal energie gebruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	607	169	163	174	73	43%	553	1925	2.6	2.0	2.11
02_F	161	147	136	158	70	47%	627	1951	2.6	1.8	1.48
03_E	214	152	143	162	71	46%	742	1956	3.0	1.8	1.33
04_D	345	142	135	148	63	45%	1063	1964	3.0	1.8	1.11
05_C	482	135	129	140	61	45%	1407	1973	2.4	1.6	0.91
06_B	505	131	126	137	59	45%	1353	1985	3.4	1.5	0.78
07_A	382	123	117	129	57	47%	1439	1990	3.4	1.5	0.74
08_A+	486	108	103	113	57	53%	1140	1994	4.4	1.4	0.67
09_A++	114	105	95	115	53	51%	1715	1997	3.5	1.2	0.76
10_A+++	13	100	68	132	53	53%	1600	1995	5.0	1.3	0.70
11_A++++	1										
Subtotal	3310	136	134	139	66	49%	1101	1969	3.2	1.6	1.13



Figuur 113 Invloed labelklasse op het werkelijk gasverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



Figuur 114 Invloed labelklasse op het werkelijk elektriciteitsverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



Figuur 115 Invloed labelklasse op het werkelijk totaal energiegebruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's

Noot: vanwege twee parallel lopende projecten hebben we ook equivalente tabellen en figuren voor het NTA verbruik geproduceerd. Deze zijn toegevoegd aan Bijlage H.1

Observaties:

- De gasintensiteit neemt af met een beter label. Het trendmatig gasverbruik ligt voor A3+ op 39 kWh/m². De standaarddeviatie geeft aan dat een willekeurig kantoor met dit verbruik net zo goed een C, B, A, A+ of A++ label kan hebben. Ook het NTA gasverbruik neemt met een beter label af, de verhoudingen liggen echter geheel anders.

- De elektriciteitsintensiteit neemt toe met een beter label. Dit zien we vaker; een beter label gaat gepaard met modernisering van een gebouw, met o.a. een toename van het aantal ICT toepassingen. Meestal is een moderner gebouw ook efficiënter ingericht, waardoor de bezettingsgraad toeneemt en er minder 'gedeeltelijke leegstand' is. Hierdoor neemt met name het persoonsgebonden elektriciteitsverbruik toe. Het trendmatig elektriciteitsverbruik ligt voor A3+ op 60 kWh/m². Vanwege de toename, is er geen logische uitspraak te doen welk label een kantoor met dit elektriciteitsverbruik zou kunnen hebben. Vanaf label A2+ ligt het trendmatig elektriciteitsverbruik hoger dan het trendmatig gasverbruik. Het NTA (gebouwgebonden) elektriciteitsverbruik blijft van label G t/m B ongeveer gelijk, waarna deze daalt.
- Vanwege de dominantie van het gasverbruik, neemt het totale energiegebruik af met een beter label. Het trendmatig totaalverbruik ligt voor A3+ op 99 kWh/m². De standaarddeviatie geeft aan dat een willekeurig kantoor met dit verbruik *ieder* label van G t/m A3+ kan hebben. Ook BENG2 neemt (uiteraard) af met een beter label.

10.6 Grootteklasse individueel geanalyseerd

In deze paragraaf tonen we het verbruik naar grootteklassen. In voorgaande hoofdstukken gaven we dit alleen voor het totaal energiegebruik. Vanwege een parallel lopend project (Dienstensector Convenanten) geven we dit nu echter ook voor het afzonderlijk gas- en elektriciteitsverbruik. De informatie in de kolommen is identiek aan de vorige paragraaf; de uitleg wordt daarom niet herhaald.

Tabel 104 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar grootteklassen, werkelijk gasverbruik

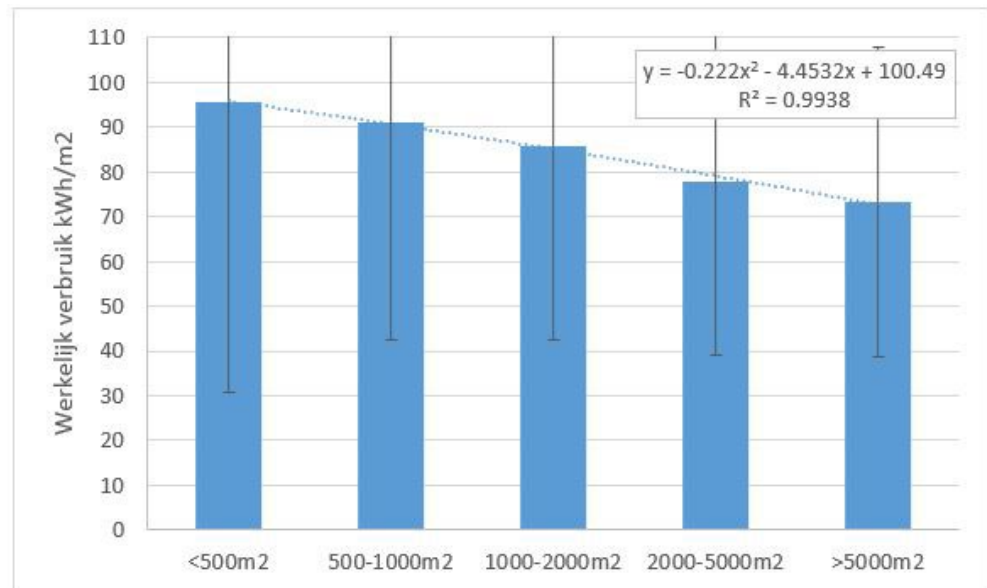
grootteklasse, gasverbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
<500m ²	1884	96	93	98	65	68%	215	1960	4.2	1.8	1.2
500-1000m ²	497	91	87	95	49	53%	715	1971	2.1	1.7	1.1
1000-2000m ²	435	86	82	90	43	50%	1,437	1983	1.5	1.5	1.0
2000-5000m ²	370	78	74	82	39	50%	3,100	1990	1.7	1.2	0.9
>5000m ²	124	73	67	79	35	47%	8,954	1992	2.0	1.0	1.0
gemiddeld	3310	91	89	93	57	63%	1,101	1969	3.2	1.6	1.1

Tabel 105 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar grootteklassen, werkelijk elektriciteitsverbruik

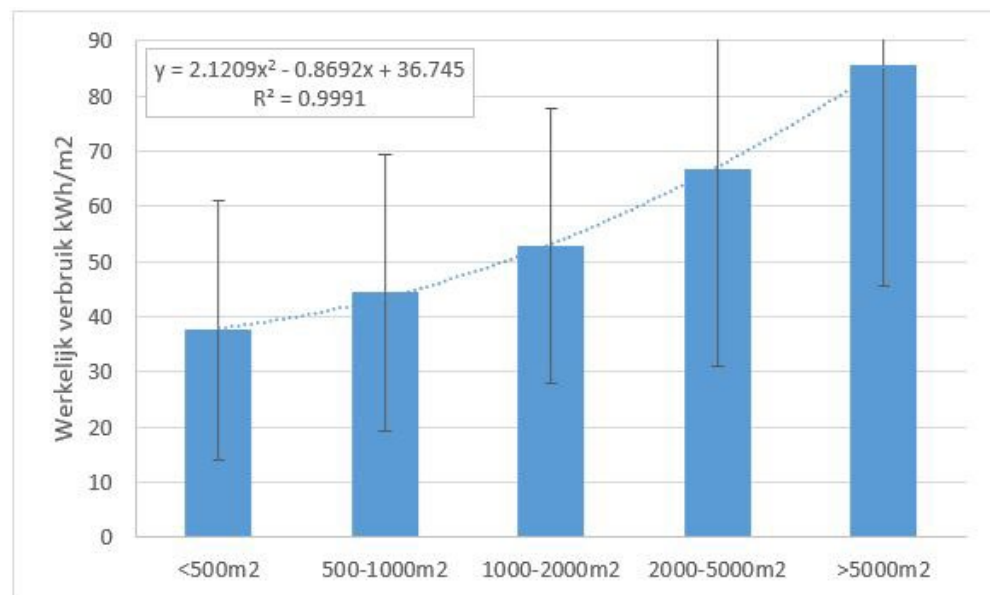
grootteklasse, elek-verbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
<500m ²	1884	38	37	39	24	63%	215	1960	4.2	1.8	1.2
500-1000m ²	497	44	42	47	25	57%	715	1971	2.1	1.7	1.1
1000-2000m ²	435	53	51	55	25	47%	1,437	1983	1.5	1.5	1.0
2000-5000m ²	370	67	63	70	36	53%	3,100	1990	1.7	1.2	0.9
>5000m ²	124	86	79	93	40	47%	8,954	1992	2.0	1.0	1.0
gemiddeld	3310	46	45	47	29	64%	1,101	1969	3.2	1.6	1.1

Tabel 106 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar grootteklassen, werkelijk totaal energiegebruik

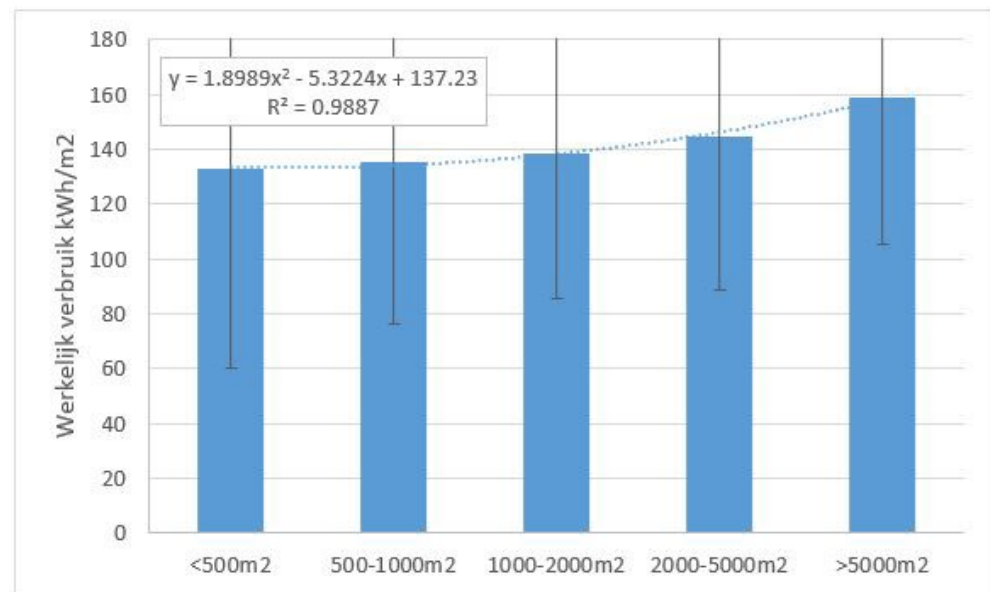
grootteklasse, totaal energie gebruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde	gemiddelde schil
<500m ²	1884	133	130	136	73	55%	215	1960	4.2	1.8	1.2	
500-1000m ²	497	135	130	141	59	44%	715	1971	2.1	1.7	1.1	
1000-2000m ²	435	139	134	144	53	38%	1,437	1983	1.5	1.5	1.0	
2000-5000m ²	370	145	139	150	56	39%	3,100	1990	1.7	1.2	0.9	
>5000m ²	124	159	149	168	54	34%	8,954	1992	2.0	1.0	1.0	
gemiddeld	3310	136	134	139	66	49%	1,101	1969	3.2	1.6	1.1	



Figuur 116 Invloed labelklasse op het werkelijk gasverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



Figuur 117 Invloed labelklasse op het werkelijk elektriciteitsverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



Figuur 118 Invloed labelklasse op het werkelijk totaal energiegebruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's

Noot: vanwege twee parallelle projecten hebben we ook equivalente tabellen en figuren voor het NTA verbruik geproduceerd. Deze zijn toegevoegd aan Bijlage H.2

Observaties:

- De gasintensiteit neemt af met een toenemende grootte; dit is de gebruikelijke trendmatigheid die we zien en is verklaarbaar vanuit warmteverliesberekeningen (verhouding oppervlakte schil versus te verwarmen inhoud van een gebouw). Deze verhouding is direct gerelateerd aan de afnemende vormfactor welke in de tabellen te zien is. Het valt op dat met een toename van de grootte, ook het bouwjaar recenter wordt en dus ook de gemiddelde U-waarde afneemt. Hierdoor zal het gasverbruik extra snel dalen. Ook het NTA gasverbruik neemt af met een toenemen grootte.
- De elektriciteitsintensiteit neemt relatief snel toe met een toenemende grootte. Dit zal gerelateerd zijn aan het recentere bouwjaar en beter label en daarom aan de eerder genoemde modernisering en digitalisering. Het NTA elektriciteitsverbruik neemt ook toe met een toenemen grootte, maar veel minder snel. Op zich logisch, want dit omvat enkel het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik. Dat het toeneemt, moet komen door een hogere penetratiegraad van koeling, mechanische ventilatie en elektrische warmtepompen.
- Doordat het elektriciteitsverbruik zo hard toeneemt, neemt ook het totaal energiegebruik toe met een toenemende grootte, ondanks dat het gasverbruik blijft domineren binnen de eerste vier onderscheiden grootteklassen. Het NTA BENG2 verbruik neemt daarentegen juist af met een toenemende grootte.

10.7 Labelklassen binnen grootteklassen

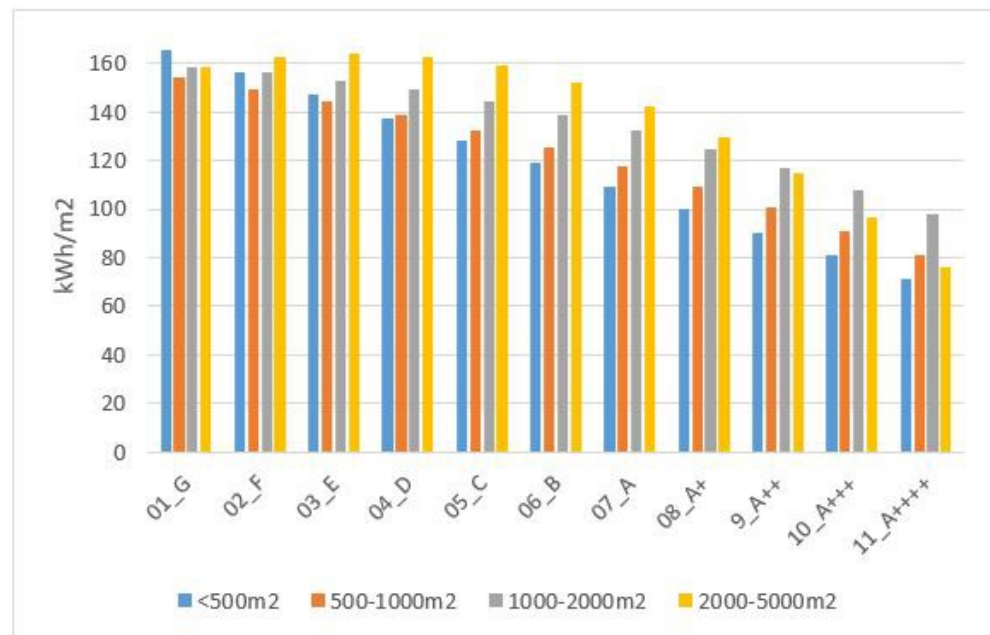
In deze paragraaf wordt het totaal energiegebruik van labelklassen binnen grootteklassen geëvalueerd. De gelabelde kantorenpopulatie is groot genoeg om dit voor de eerste vier onderscheiden grootteklassen te doen. Tabel 107 toont het *trendmatig en naar A4+ geëxtrapoleerd* werkelijk totaal energiegebruik, naar energielabels binnen grootteklassen. De waarde bij energielabel A3+ beantwoordt de derde onderzoeksvraag; dit is de labelklasse die we in de inleiding van dit hoofdstuk hebben gerelateerd aan de voorgestelde BENG2 Eindhoven van 55 kWh/m².

Noot dat Bijlage H.3 de achtergronddata bevat welke tot deze tabel heeft geleid. De figuren die in deze bijlage zijn opgenomen tonen aan dat het geëxtrapoleerde verbruik dat voor A3+ is gevonden, niet als gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk energiegebruik mag dienen. Er is vanwege de enorme spreiding geen hoge zekerheid dat een willekeurig kantoor met dit verbruik ook daadwerkelijk binnen een A3+ label zal vallen. Hiermee is de vierde onderzoeksvraag van een antwoord voorzien.

Tabel 107 Het trendmatig en geëxtrapoleerd werkelijk totaal energiegebruik, naar energielabels binnen grootteklassen, kantoren

label/grootte	gemiddeld totaal energiegebruik kWh/m ² ; trendmatig			
	<500m ²	500-1000m ²	1000-2000m ²	2000-5000m ²
01_G	165	154	159	158
02_F	156	150	156	163
03_E	147	144	153	164
04_D	138	139	149	163
05_C	128	132	144	159
06_B	119	125	139	152
07_A	109	118	132	142
08_A+	100	109	125	130
09_A++	90	100	117	115
10_A+++	81	91	108	97
11_A++++	71	81	98	76

Figuur 119 geeft het verbruik van Tabel 107 visueel weer. Tot label A++ zijn werkelijk gemeten waarden, daarna volgt de extrapolatie richting A4+. Van label G tot C valt op dat het totaal energiegebruik van grotere kantoren steeds hoger komt te liggen in vergelijking tot de kleinere kantoren binnen eenzelfde labelklasse. Hierna lijkt deze verhouding ongeveer gelijk te blijven tot aan A++.



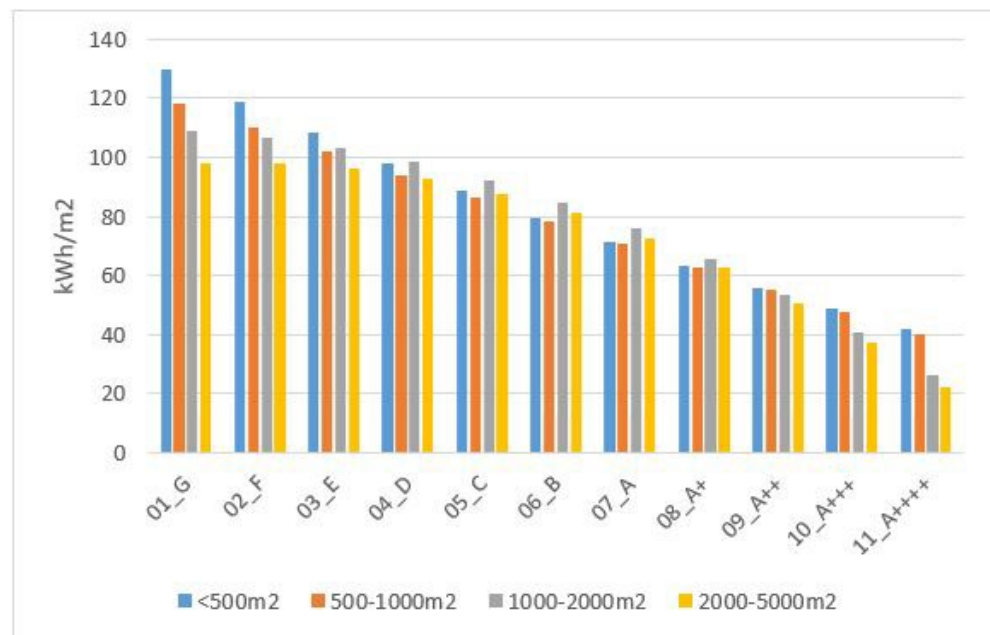
Figuur 119 Invloed grootteklassen binnen energielabels op het werkelijk totaal energiegebruik; visuele weergave van voorgaande tabel.

Voor dit hoofdstuk is het totaal verbruik verder uit elkaar gehaald in een gas- en elektriciteitsbijdrage. Tabel 108 toont het *trendmatig en naar A4+ geëxtrapoleerd* werkelijk gasverbruik, naar energielabels binnen grootteklassen⁷⁷. Figuur 120 geeft het gasverbruik visueel weer. Opnieuw geldt dat tot en met label A++ werkelijk gemeten waarden betreffen, waarna de extrapolatie richting A4+ volgt. Het bekende effect van een lagere gasintensiteit bij een toenemende grootte is mooi te zien binnen dezelfde labelklasse. Interessant, en verklaarbaar, is de constatering dat dit effect kleiner wordt met een beter label.

Tabel 108 Het trendmatig en geëxtrapoleerd werkelijk gasverbruik, naar energielabels binnen grootteklassen, kantoren

label/grootte	gemiddeld gasverbruik kWh/m²; trendmatig			
	<500m²	500-1000m²	1000-2000m²	2000-5000m²
01_G	130	118	109	98
02_F	119	110	107	98
03_E	108	102	103	96
04_D	98	94	99	93
05_C	89	86	92	88
06_B	80	78	85	81
07_A	71	71	76	73
08_A+	63	63	65	63
09_A++	56	55	54	51
10_A+++	49	48	41	37
11_A++++	42	40	26	22

⁷⁷ De achtergronddata is niet opgenomen in de bijlagen, ook niet voor de analyse van het elektriciteitsverbruik..



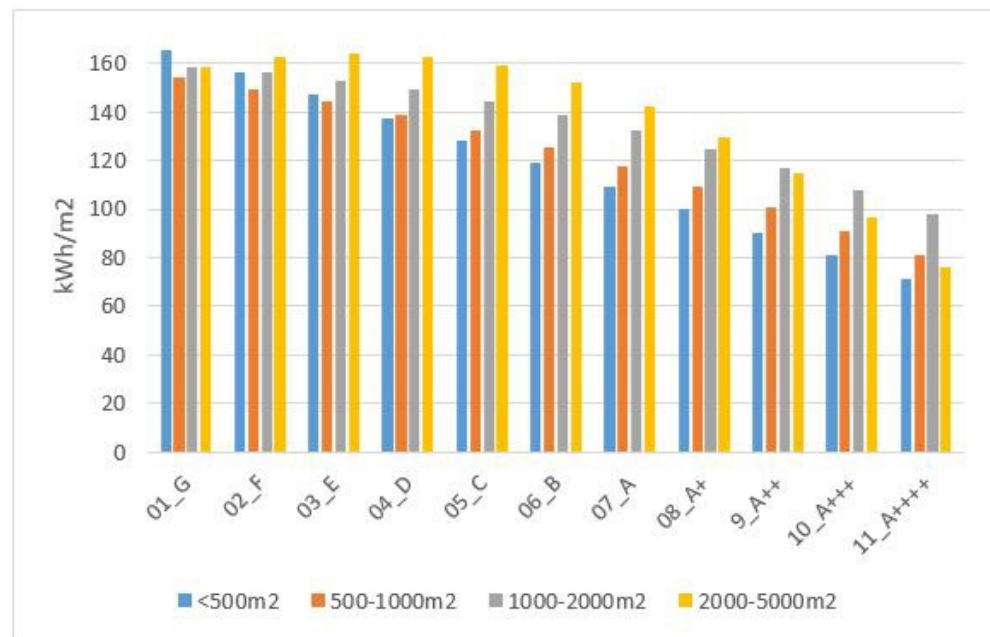
Figuur 120 Invloed grootteklassen binnen energielabels op het werkelijk gasverbruik; visuele weergave van voorgaande tabel.

Tabel 109 tenslotte toont hetzelfde voor de werkelijke elektriciteitsintensiteit; visueel weergegeven in Figuur 121. We zien nu tot aan A+ een tegengestelde trendmatigheid dan we vonden bij het gasverbruik:

- Het elektriciteitsverbruik binnen eenzelfde labelklasse ligt juist hoger voor grotere kantoren
- Dit verschil tussen kleinere en grotere kantoren neemt juist toe met een beter label; voornamelijk vanaf G tot aan C.

Tabel 109 Het trendmatig en geëxtrapoleerd werkelijk elektriciteitsverbruik, naar energielabels binnen grootteklassen, kantoren

label/grootte	gemiddeld elek-verbruik kWh/m²; trendmatig			
	<500m²	500-1000m²	1000-2000m²	2000-5000m²
01_G	35	36	50	60
02_F	37	40	49	65
03_E	39	42	50	68
04_D	39	44	50	70
05_C	40	46	52	71
06_B	39	47	54	71
07_A	38	47	56	70
08_A+	37	46	59	67
09_A++	35	45	63	64
10_A+++	32	43	67	60
11_A++++	29	41	72	54



Figuur 121 Invloed grootteklassen binnen energielabels op het werkelijk totaal energiegebruik; visuele weergave van voorgaande tabel.

10.8 Samenvatting kantoorfunctie

Deze rapportage startte in paragraaf 2.2 met de vier door de opdrachtgever gestelde onderzoeksvragen. Deze gelden voor iedere gebouwcategorie. In dit hoofdstuk zijn de vragen beantwoord voor de kantoorfunctie. Hier blikken we in deze samenvattende paragraaf kort op terug.

Er was geen kant-en-klaar kantorenbestand vanuit het CBS beschikbaar. Door gebruik te maken van kennis van dit- en voorgaande projecten hebben we, samen met het CBS, een valide analysebestand samengesteld.

Vanwege een ander, parallel lopend onderzoek, zijn we bij de kantoren wat dieper gegaan. Zo hebben we ook het afzonderlijke gas- en elektriciteitsverbruik geanalyseerd en gekeken naar het NTA verbruik. Achteraf gezien was dit een goede aanvulling waarmee we trendmatigheden die we vinden voor het werkelijke totaal energiegebruik beter begrijpen. Daarom is dit een aanbeveling voor vervolgonderzoek dat zich richt op het totaal energiegebruik; neem ook de afzonderlijke analyse naar het gas- en elektriciteitsverbruik mee.

De BENG2 Eindhoven norm ligt voor de kantoorfunctie op 55 kWh/m². Deze valt binnen label A3+ welke loopt van 40 t/m 80 kWh/m². We gaan daarom uit van label A3+, waarmee het deel dat een verbruik heeft van 80 t/m 55 kWh/m² de voorgestelde Eindhoven norm nog niet heeft gehaald. Vanuit de inijkingstudie vallen 13 cases binnen energielabel A3+. Na de kantoren verder opgedeeld te hebben naar grootteklassen, werd de analyse echter afhankelijk van extrapolaties.

Complexiteit is ook aanwezig op kleinere schaal

In voorgaande hoofdstukken hebben we gezien dat de complexiteit van grotere gebouwen een hindernis is bij het vergelijken van NTA- en werkelijke intensiteiten. Bij de kantoren hadden we enkel de beschikking over afzonderlijke vbo's, waardoor

dit geen issue was. Echter, zelfs binnen dit kleinste 'oppervlakte-equivalent' komt het oppervlak volgens de labelmethodiek vaak niet overeen met dat van de BAG. Wanneer een kantoor-vbo in de praktijk ook oppervlakte heeft ingericht voor een 'industriële functie' (denk aan een serverruimte of een laboratorium), dan wordt dit niet meegenomen binnen de labelmethodiek. Met andere woorden; de labelmethodiek deelt een BAG-vbo verder op naar afzonderlijke bijdragen. Zo'n bijdrage kan ook bepaald worden door een andere eigenaar of WOZ waarde. Of hiermee intensiteiten altijd vergelijkbaar zijn, is de vraag. Een aanbeveling is hier meer onderzoek naar te doen.

1 *Wat is het gemiddelde werkelijk energieverbruik per m² binnen de (gehele) gebouwcategorie, met de spreiding hierbinnen?*

In paragraaf 10.3 is deze eerste onderzoeksvraag beantwoord. Het analysebestand bevat 3.310 kantoor vbo's. Het gemiddeld werkelijk totaal energiegebruik ligt voor deze populatie op 136 kWh/m². We vinden een procentuele standaarddeviatie van 49%. De 5% en 95%-percentielen liggen op 46 en 351 kWh/m². In paragraaf 10.5 is deze voorraad opgedeeld naar labelklassen. Het (trendmatig) gemiddeld werkelijk verbruik voor label A3+ ligt rond de 100 kWh/m². Dit is de labelklasse die we hebben gerelateerd aan de voorgestelde BENG2 Eindnorm van 55 kWh/m².

2 *Identificeer de belangrijkste variabelen die de spreiding veroorzaken.*

- Via een MLRA is in paragraaf 10.4 de invloed van zeven onafhankelijke variabelen op het energiegebruik onderzocht. In totaal kon hiermee minder dan 20% van de spreiding binnen het totaal verbruik worden verklaard. Het werkelijk gasverbruik wordt voornamelijk beïnvloed door het NTA label terwijl het werkelijk elektriciteitsverbruik een sterke relatie heeft met de grootteklasse. Interessant is dat deze twee effecten tegengesteld zijn; het gasverbruik neemt af met zowel een beter label als met een toenemende grootte, terwijl het elektriciteitsverbruik dan juist toeneemt. Hierdoor doven deze effecten elkaar deels uit wanneer wordt gekeken naar het totaal energiegebruik. Toch wordt ook het totaal energiegebruik het meest beïnvloed door het label (11% verklaarde variantie), gevolgd door de grootteklasse (2,2% verklaarde variantie).
- Er is ook een variabele onderzocht die gerelateerd is aan het eerder beschreven fenomeen dat een kantoor-vbo een oppervlak kan hebben dat *niet* wordt meegenomen in de labelmethodiek. Deze variabele bleek het totaal verbruik sterker te beïnvloeden dan de grootteklasse (3,8% verklaarde variantie). De betreffende variabele is echter niet beschikbaar voor toekomstige gebruikers van een eventuele gelijkwaardige norm; bovendien moet dit fenomeen eerst beter bekeken worden.
- Het hebben van een eigen serverruimte doet de elektriciteitsintensiteit was toenemen. Deze conclusie komt voort uit de EML analyse, waarbij tegelijkertijd het gevoel overheerste dat de kwaliteit van de data verhoogt dient te worden.
- De bezettingsgraad van een kantoor is mogelijk ook een belangrijke beïnvloedende variabele; alhoewel deze ook sterk gerelateerd lijkt te zijn aan de grootte. Een aanbeveling is hier meer onderzoek naar te doen. Het hebben van een eigen serverruimte doet het elektriciteitsverbruik volgens de EML analyse wat toenemen; het effect was echter (gevoelsmatig) klein (te klein?). Aanvullend onderzoek is daarom een aanbeveling om de observatie te verifiëren.

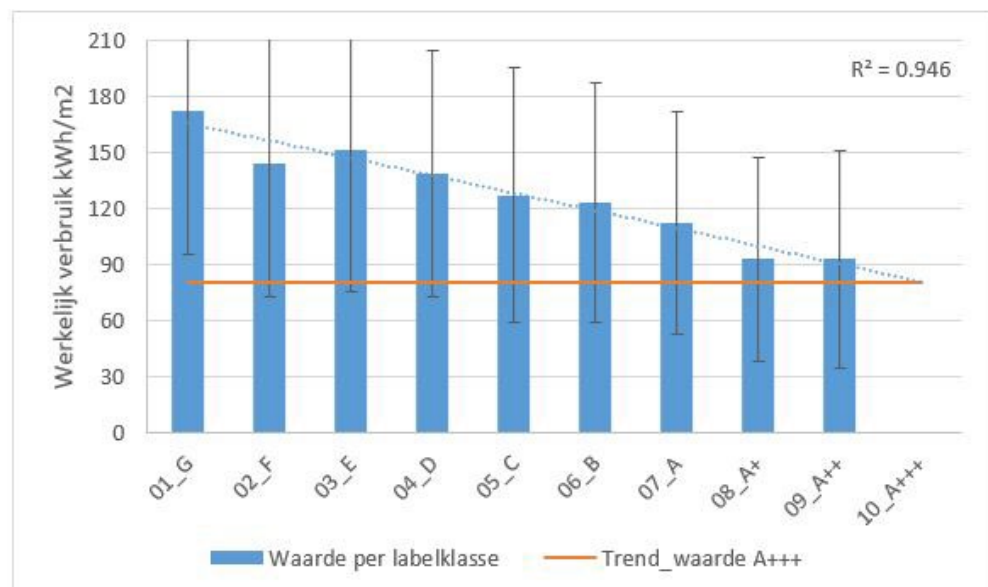
- 3 Stel een tabel op voor de belangrijkste beïnvloedende variabelen resulterende in verschillende waarden voor het gemiddelde werkelijk energieverbruik in kWh per m², bij de voorgestelde BENG2 Eindnorm.

Onderstaande Tabel 110 geeft bij [10_A+++] het antwoord op deze vraag. Er wordt hierbij een onderscheid gemaakt naar vier grootteklassen. Dit is echter een trendmatig en geëxtrapoleerd verbruik.

Tabel 110 Het trendmatig en geëxtrapoleerd werkelijk totaal energiegebruik, naar energielabels binnen grootteklassen, kantoren (kopie van Tabel 107)

label/grootte	gemiddeld totaal energiegebruik kWh/m ² ; trendmatig			
	<500m ²	500-1000m ²	1000-2000m ²	2000-5000m ²
01_G	165	154	159	158
02_F	156	150	156	163
03_E	147	144	153	164
04_D	138	139	149	163
05_C	128	132	144	159
06_B	119	125	139	152
07_A	109	118	132	142
08_A+	100	109	125	130
09_A++	90	100	117	115
10_A+++	81	91	108	97
11_A++++	71	81	98	76

- 4 Op basis van de maximaal 3 meest significante spreidingsdeterminanten, wordt in een tabel aangegeven welke werkelijke verbruiken met een x% betrouwbaarheid de BENG2 Eindnorm 'als bovenwaarde zal hebben'.



Figuur 122 Visuele weergave van voorgaande tabel; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de eerste onderscheiden grootteklasse (kopie van Figuur 165 in Bijlage H.3)

Het verbruik vermeld bij het vorige punt mag niet als gelijkwaardige norm dienen, vanwege de enorme spreiding die we continue vinden, zo ook bij de kantoren.

Figuur 122 geeft dit weer voor de grootteklasse [$<500 \text{ m}^2$]. Een kantoor met het in Tabel 110 bij [10_A+++] vermelde verbruik van 81 kWh/m^2 kan in de praktijk net zo goed binnen label F t/m A++ vallen. Hetzelfde geldt min of meer voor de overige drie onderscheiden grootteklassen, zoals de Figuren in Bijlage H.3 tonen.

11 Algemene discussie en aanbevelingen

11.1 Algemene discussie

Deze paragraaf geeft inzicht in de achterliggende redenen voor het ontbreken van een gelijkwaardig alternatief op basis van 'werkelijk verbruik', uitgaande van de huidige situatie en via de gevolgde methodiek. Dit laatste is belangrijk, onderstaande issues hebben dan ook betrekking op de specifieke zoektocht zoals toegelicht in de inleiding (paragraaf 1.2). Mogelijk zijn er andere methoden om tot een gelijkwaardig alternatief te komen, maar hier wordt niet uitgebreid op ingegaan. Ook is niet onderzocht hoe een dergelijk alternatief, wanneer het eenmaal is opgezet, in de praktijk zal uitpakken.

Aspecten als databeschikbaarheid, een beperkte NTA gelabelde voorraad, ontbrekende variabelen die de spreiding kunnen verklaren en complexiteiten van de labelmethodiek komen aan bod.

11.1.1 *Kwaliteit beschikbare bouwvoorraad met verbruiksgegevens*

Deze analyse start met de beschikbaarheid van gebouwen waar het energieverbruik en het bouwtype van bekend zijn.

- In het begin van het traject hadden we per bouwcategorie de beschikking over kleinere datasets. Hier was relatief veel over bekend. Vanwege de beperkte omvang werden hier echter geen trendmatigheden in gevonden; dus bijv. geen afnemend energieverbruik met een beter label of een toenemende grootte.
- Daarna hadden we de beschikking over de CBS analysebestanden. Dit zijn juist (veel) grotere bestanden waar echter minder over bekend is. De grote uitdaging van het CBS is om het correcte oppervlak te plaatsen bij een verbruik aan de meter. Het CBS hanteert filters om te bepalen of het gas- en elektriciteitsverbruik per m² 'valide' (gelooftwaardig) is. Via de CBS route is niet duidelijk welke individuele adressen leeg staan, waar een aanbeveling in ligt voor de toekomst.
- Een derde dataset zijn de ingevoerde data in de EML database. Wanneer hier het door de gebruiker ingevoerde verbruik wordt gedeeld door het uit de BAG afkomstige oppervlak, ontstaan ook ongeloofwaardige uitschieters naar boven en naar beneden.
- Voorgaande drie punten maken dat de betrouwbaarheid van energie-intensiteiten lastig is om in te schatten; waar een aanbeveling in ligt voor de toekomst.
- Het jaarlijkse gas- en elektriciteitsverbruik van kleinverbruikersaansluitingen betreft het 'standaardjaarverbruik' (SJV). Dit hoeft niet perse het verbruik aan de meter te zijn dat van 1 januari tot 1 januari wordt afgelezen (zie Bijlage B.4.2).
- In dit project wordt de teruglevering van elektriciteit van het totaal verbruik afgetrokken waarmee het equivalent van BENG2 zo veel mogelijk wordt benaderd vanuit het werkelijk verbruik. Voor het CBS is het op het moment voor kleinverbruikersaansluitingen niet altijd duidelijk of een teruglevering al in de energienota is verwerkt (zie Bijlage B.4.3).

- Noot dat bepaalde gebouwtypen niet door het CBS zijn meegenomen, zoals buitensport, ziekenhuizen, hoge scholen en universiteiten. Een eventuele gevonden gelijkwaardig alternatief zal deze gebouwtypen dan ook niet representeren. Het is de vraag of hier een normstelling op basis van werkelijk verbruik überhaupt wenselijk is. Ziekenhuizen en universiteiten zijn zo divers en relatief kleinschalig qua populatiegrootte, dat een normstelling hier misschien niet op zijn plaats is.
- Juist met kantoren heeft het CBS moeite ze van een valide energie-intensiteit te voorzien. Het CBS heeft binnen het Vivet traject vooral ingezet op het vinden van de juiste gebouwdefinitie. Een gebouwdefinitie is echter vaak een containerbegrip. Door gebruik te maken van inzichten van de betreffende economische sector (de winkelbranche, sportverenigingen, etc.), kon het CBS tot de door hun gewenste indeling komen. Een kantoor behoort echter tot vele economische sectoren. In de praktijk constateert het CBS dat kantoren binnen bijv. de industriële sector vaak ook het verbruik van het ernaast gelegen industriële complex op de meters hebben staan. In dit project hebben we daarom de kantoren eruit gelicht die zich specifiek binnen de dienstensector bevinden.

11.1.2 *Beperkte NTA gelabelde voorraad*

De volgende stap bestaat uit het creëren van een NTA gelabelde dataset.

- Algemeen kan gesteld worden dat de gelabelde voorraad binnen de Ubouw nog erg beperkt is. Dit bemoeilijkt elke analyse naar de gelabelde voorraad en het vinden van trendmatigheden hierin.
- In dit onderzoek is verder ingezoomd op specifiek de *NTA* gelabelde voorraad. De *NTA* is sinds begin dit jaar van kracht, wat betekent dat binnen het analysebestand van het CBS nog geen *NTA* labels beschikbaar zijn. We waren daarom aangewezen op de door w/e-adviseurs omgezette, al bestaande *ISSO/NEN* labels, naar equivalente *NTA* labels. Deze zijn afkomstig vanuit de *NTA* inijkingstudie. Hierbij zijn echter juist *niet* de interessante *A_plusjes* omgezet naar een *NTA* labels, waardoor extrapolaties een relatief grotere rol hebben gespeeld bij de analyses.
- Met de vorige twee punten was slechts 0,4% (zorg) tot 11% (winkels) van de populaties *NTA*-gelabeld. Met de statistische methode van *imputatie* waren we in staat de niet-gelabelde winkelvoorraad van een *indicatief* *NTA*-label te voorzien. Wanneer het *NTA* gelabelde aandeel echter onder de 10% ligt, wat geldt voor alle overige gebouwcategorieën, vinden we deze methode niet verantwoord.
- Voorgaande punt toonde voor de winkels aan dat een relatief kleine gelabelde voorraad verre van representatief hoeft te zijn voor de gehele populatie. Dit brengt risico's met zich mee die groter worden naarmate de analyse meer afhankelijk is van trendmatigheden en extrapolaties richting de voorgestelde *BENG2* Eindnorm in 2050.

11.1.3 *Ontbrekende variabelen die het werkelijk gasverbruik verklaren*

In de volgende stap worden variabelen toegevoegd die de spreiding in het verbruik kunnen verklaren, waarna het analyseren start.

- In een parallel project hebben we het *NTA* berekend theoretisch gasverbruik vergeleken met het werkelijk gasverbruik voor de *winkels_nonfood*. Het gasverbruik wordt hierbij enkel bepaald door de energiefuncties

ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding. Uit een meervoudige lineaire regressie analyse (MLRA) kwam naar voren dat met slechts twee *onafhankelijke variabelen*, 81% van de spreiding binnen het NTA berekend gasverbruik kon worden verklaard. Dit waren de variabelen 'gemiddeld U-waarde van de buitenschil' en de vormfactor. Uit hetzelfde project kwam naar voren dat deze twee variabelen de spreiding binnen het werkelijk verbruik slechts voor 12% verklaren (bovendien zullen deze variabelen in de praktijk niet beschikbaar zijn voor gebouwgebruikers, zonder dat eerst een labelberekening is gemaakt). Door het gebruiksoppervlak en het winkeltipe aan het rijtje onafhankelijke variabelen toe te voegen, nam de verklaarde spreiding binnen het werkelijk gasverbruik toe met 11 procentpunt, terwijl dat van het NTA gasverbruik slechts met 1 procentpunt toenam. Ook bleek uit een zogenaamde correlatiematrix dat de twee typen gasverbruiken slechts voor 23% aan elkaar correleren. *Samengevat*; deze twee typen gasverbruiken zijn eenvoudigweg erg lastig met elkaar te vergelijken doordat de spreiding voor beiden wordt verklaard door geheel andere onafhankelijke variabelen. Bij de winkels_food wordt een deel van het gasverbruik ingezet voor de niet-gebouwgebonden energiefunctie 'bereiden van voedsel'. De verwachting is dat het NTA- en werkelijk gasverbruik hier nog minder met elkaar correleren.

- Voorgaande zou misschien minder een issue zijn (moet geanalyseerd worden), wanneer we (per individuele case) over de juiste onafhankelijke variabelen zouden beschikken die wél een groot deel van de spreiding binnen het werkelijk energiegebruik verklaren. Deze zijn er echter op het moment niet, waar een aanbeveling in ligt voor de toekomst. Denk bij winkels bijv. aan:
 - het deel van het oppervlak dat niet verwarmd wordt omdat het als opslag dient,
 - een toegangsdeur die continue openstaat vanwege het hebben van een warmtegedriven,
 - het hebben van een standaard airco waarmee 's winters ook verwarmd wordt, in plaats van de HR-ketel die ook aanwezig is,
 - het aantal klanten waardoor er zoveel interne warmtelast is dat er geen warmtebehoefte meer is (denk aan de Ikea),
 - een variantie in openingstijden (denk ook aan koopzondagen).

11.1.4 *Een focus op het totaal (gesaldeerd) energiegebruik maakt het lastiger gebruik te maken van deze methode*

- Bij de zorgfunctie is de EML data uitgebreid geanalyseerd vanwege de mogelijke invloed van het hebben van een zwembad op het energiegebruik. Zowel het gas-, elektriciteitsverbruik als het totaal energiegebruik zijn meegenomen binnen een MLRA. Met de beschikbare onafhankelijke variabelen kon de spreiding binnen het werkelijk gasverbruik voor 33% worden verklaard; bij het elektriciteitsverbruik was dit 25%. Interessant was de uitkomst voor het *totaal* energiegebruik, waarvan de spreiding, met dezelfde variabelen, slechts voor 16% kon worden verklaard. De reden hiervoor is dat het werkelijk gas- en elektriciteitsverbruik tegengestelde trendmatigheden vertonen met een beter label. Dit hebben we in het verleden voor meerdere gebouwtypen gezien. Het werkelijk gasverbruik neemt met een beter label af vanwege een toenemende isolatiegraad, terwijl het elektriciteitsverbruik juist toeneemt. Die toename is het resultaat van o.a. een toenemende bezettingsgraad; maar ook doordat het gebouw 'moderniseert' met meer ICT toepassingen, waardoor het *niet-*

gebouwwgebonden elektriciteitsverbruik toeneemt⁷⁸. Door deze tegengestelde effecten verliezen de beschikbare onafhankelijke variabelen hun kracht bij het verklaren van de spreiding wat de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief via de gevogde methodiek bemoeilijkt.

- Zodoende kan het ook voorkomen dat het werkelijk totale energiegebruik vanaf label G eerst toeneemt, en daarna weer afneemt. Het kan voorkomen dat het gemiddeld werkelijk verbruik bij label G lager ligt dan bij label A++ (zie de hotels als onderdeel van de logiesfunctie). Dit maakt deze zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk gebruik een lastige.
- Voorgaande maakt (naar alle waarschijnlijkheid) dat het NTA- en werkelijk *totaal* energiegebruik nog minder met elkaar correleren, dan wanneer enkel het gas- of elektriciteitsverbruik wordt beschouwd. Noot dat bij de winkels het label slechts in staat was om 1,8% van de spreiding in het totaal energiegebruik te verklaren.
- Het is echter geen optie om af te wijken van de focus op het totaal energiegebruik. Juist richting de betere labels, dieper in de A_plusjes, is het aannemelijk dat elektrische warmtepompen een steeds dominantere rol zullen spelen. Dit beïnvloed uiteraard het elektriciteitsverbruik. Zolang (op individueel gebouwniveau) het verbruik niet kan worden opgedeeld in (minimaal) een gebouwwgebonden en een niet-gebouwwgebonden deel, zal de focus op het totaal energiegebruik behouden moeten blijven.
- Analyses waarbij ook het gas- en elektriciteitsverbruik afzonderlijk worden geanalyseerd, helpen de trendmatigheden die worden gevonden voor het totaal energiegebruik beter te begrijpen. Dit bleek tijdens de kantorenanalyse.

11.1.5 Fysieke systeemgrenzen labelmethodiek versus CBS gebouwwcomplexen

- De uitdaging van het CBS is om de juiste vierkante meters te vinden die bediend worden met een gas- en elektriciteitsaansluiting. Door het afgelezen gas- en elektriciteitsverbruik vervolgens te delen door deze vierkante meters, verkrijgen we de intensiteiten die we zoeken. Soms moet het CBS hierbij 'creatief' zijn om tot een valide dataset te komen. Regelmatig komt het voor dat (delen van) fysiek gescheiden gebouwwen, dezelfde gas- en elektriciteitsaansluitingen delen. Twee losstaande gebouwwen (bijv. een kantoor met erachter een industrieel complex) kunnen dus zijn samengevoegd om tot een valide energie-intensiteit te komen. Het CBS spreekt voor de meeste gebouwwcategorieën dan ook van 'gebouwwcomplexen'⁷⁹. Figuur 131 in Bijlage B.5.2 geeft dit visueel weer.
- De labelmethodiek heeft een geheel andere benadering, visueel weergegeven door Figuur 132. De labelmethodiek zal ieder BAG pand afzonderlijk beschouwen. Bovendien worden enkel de verblijfsobjecten meegenomen die *labelplichtig* zijn. In de praktijk worden zodoende delen van een gebouww met een industrieelfunctie genegeerd en vierkante meters die een woonfunctie

⁷⁸ Natuurlijk wordt bij een beter label ook koeling en mechanische ventilatie geïntroduceerd welke het *gebouwwgebonden* elektriciteitsverbruik doen toenemen (bijv. van label G richting label C), maar daarna volgt weer een afname vanwege energiebesparende maatregelen op de functie 'verlichting'. Noot dat de invloed van elektrische warmtepompen binnen dit punt buiten beschouwing is gehouden maar verder in het verhaal wordt aangehaald.

⁷⁹ Voor de winkels en de cafetaria's, cafés en restaurants binnen de bijeenkomstfunctie wordt hier bewust van afgeweken. De dataset bestaat dan alleen uit situaties waarbij er sprake is van een 1-op-1 match tussen aansluitingen en BAG vbo's. Hiermee heeft het CBS voor deze gebouwwtypen de complexere situaties juist genegeerd (denk aan warenhuizen).

- hebben apart gelabeld. De labelmethodiek houdt hierbij ook rekening met aspecten als eigendomsverhouding en WOZ-waarde.
- In de praktijk is gebleken dat voorgaande twee punten er toe leidt dat binnen de dataset die geschikt is voor analyse, veelal die situaties overblijven waarbij geldt dat er sprake is van slechts één pand, met één BAG-vbo, waar zich één gas- en één elektriciteitsmeter in bevinden en waar sprake is van enkel één (BAG/label) gebruiksfunctie.
 - Bij de kantorenanalyse is gebleken dat, zelfs wanneer er sprake is van slechts één pand met één vbo, het oppervlak volgens de labelmethodiek toch nog kan afwijken van het in de BAG vermelde oppervlak. Het oppervlak vermeld in de labelmethodiek kan lager liggen omdat binnen het vbo bijv. toch nog sprake is van twee verschillende labelplichtige functies, en/of van de industriefunctie. Met andere woorden; de labelmethodiek kan het vbo-oppervlak verder opdelen.
 - Voorgaande punten beperken de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief met de gevolgde methodiek en de representativiteit van resultaten.

11.1.6 *Label gebruiksfuncties versus CBS gebouwtyperingen*

- Het CBS maakt eigen keuzes bij het definiëren van gebouwtypen. Soms komen deze voort uit de praktijksituaties van de vorige paragraaf. Een voorbeeld zijn gymlokalen (sportfunctie) bij onderwijsgebouwen (onderwijsfunctie), die vaak gas- en/of elektriciteitsaansluitingen delen. Deze worden door het CBS samengevoegd binnen de definitie van 'brede scholen'. Een ander voorbeeld is de combinatie van zwembaden en sporthallen (beiden de sportfunctie) tot 'sporthal met zaalsport en zwembad'. Deze manier van typeren van gebouwcomplexen is in eerste instantie positief voor dit project. In paragraaf 2.2 is uitgelegd dat we op zoek zijn naar een 'zo puur mogelijke' dataset. Hiermee wordt bedoeld dat bijv. een onderwijsgebouw niet vermengd is met de sportfunctie, en visa versa. Dit is via de CBS manier van gebouwtyperingen gerealiseerd (waarmee uiteraard wel de dataset verder wordt verkleint).
- Hier staat tegenover dat het niet altijd eenvoudig is om een CBS gebouwtypering te combineren met de juiste gebruiksfunctie vanuit de labelmethodiek. Het toekennen van een gebruiksfunctie is niet altijd zwart-wit; er is sprake van een grijs gebied. Een cafetaria kan de winkel- of bijeenkomstfunctie krijgen; een zorggebouw kan (deels) wel/geen bedfunctie krijgen (bepaald wordt door de aanwezigheid van bedlegerige bewoners). Wanneer is een hotel-restaurant een hotel (logies), en wanneer een restaurant (bijeenkomst)? Überhaupt kan een complexer gebouw van diverse gebruiksfuncties zijn voorzien (waarvan de 'dominante' functie binnen het NTA bestand zichtbaar is. Binnen de NTA dataset zien we enkel de gebruiksfunctie, dus niet of een gelabeld gebouw een cafetaria is. Het is dus goed mogelijk dat tijdens het proces een deel van de gelabelde cafetaria's bij de CBS winkels is terechtgekomen (dus gelabeld met de winkelfunctie), en een deel bij de cafetaria's (gelabeld als bijeenkomstfunctie). Deze hebben allen een andere voorgestelde Eindhoven norm voor BENG2 gekregen. Dit maakt de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief via deze methodiek complexer omdat spreidingen toenemen.
- Noot dat het onbekend is hoe dit proces werkt bij de keuze van een EML lijst door een eigenaar/gebruiker. Wel is duidelijk geworden dat een EML lijst een veel bredere reikwijdte kan hebben dan een label gebruiksfunctie.

11.1.7 *Overige complicerende factoren bij de gevolgde methodiek*

- De exacte hoogte van de voorgestelde Eindnorm in de vorm van een BENG2 waarde valt niet altijd exact op de grens van twee labelklassen. Dit maakt de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief lastig omdat deze meer afhankelijk wordt van interpolaties binnen een labelklasse.
- In BENG2, waar de Eindnorm op gebaseerd is, is de eigen opgewekte duurzame elektriciteit afgetrokken van de gebouwgebonden elektriciteitsbehoefte. In de praktijk wordt een deel van deze elektriciteit ingezet voor eigen gebruik van zowel gebouwgebonden als niet-gebouw gebonden elektriciteitsbehoefte. Dit is geheel afhankelijk van het moment van de dag (behoefte versus opwek), de rest wordt teruggeleverd. Welk deel teruggeleverd wordt, is niet theoretisch te bepalen. Dit compliceert het vergelijk BENG2 versus gesaldeerd werkelijk verbruik. Een gerelateerd aspect is dat het CBS voor kleinverbruikers (op het moment) niet zeker weet of de teruglevering al verwerkt is in het elektriciteitsverbruik dat het CBS ontvangt van de netwerkbeheerder. Dit punt is al genoemd onder paragraaf 11.1.1.

11.1.8 *Een verkenning van een energie-monitoringstool op basis van het historisch verbruik en/of bouwjaren*

Het CBS geeft het gas- en elektriciteitsverbruik vanaf 2010. Voor een aantal gebouwcategorieën is dit historische verbruik geanalyseerd. Voordeel is dat de beschikbare dataset dan enorm toeneemt vanwege het meenemen van de niet-gelabelde voorraad. Meestal wordt gevonden dat de werkelijke gasintensiteit door de jaren heen afneemt, terwijl het elektriciteitsverbruik juist toeneemt. Soms is de afname van het gasverbruik groter voor de oudere gebouwen. Dit is op zich logisch, aangezien de kosteneffectiviteit van isolatiemaatregelen hier gunstiger is. Dit betekent dat aanscherpende bouwnormen, EPC-coëfficiënten, betere energielabels die verwacht worden, uitgevoerde renovaties en het nemen van energiebesparende maatregelen wel degelijk hun vruchten afwerpen. Dit wil natuurlijk niet zeggen dat het besparingstempo ook hoog genoeg is, maar hier is verder niet naar gekeken. Dat het elektriciteitsverbruik per m² toeneemt, komt mede door modernisering van het gebouw en is (waarschijnlijk) niet te voorkomen; we zien dit als een 'structuurverandering'. Bovendien is dit niet altijd negatief. Vanuit de zorgsector horen wij dat zorggebouwen efficiënter worden ingericht. Hierdoor neemt het elektriciteitsverbruik per m² vloeroppervlak weliswaar toe, maar per patiënt af. Dit voedt de discussie of een energieverbruik per m² altijd wel de beste referentie is. Wanneer we focussen op kantoren, zal er naar verwachting meer worden thuisgewerkt. Hiermee zal waarmee de (persoonsgebonden) elektriciteitsintensiteit afnemen en hopelijk ook de gasintensiteit. Bij een dergelijke 'structuurverandering' is het lastig intensiteiten uit het verleden als referentie te nemen voor de toekomst.

11.2 **Aanbevelingen**

Alle aspecten die in de vorige paragraaf zijn opgesomd en die de zoektocht naar een gelijkwaardig alternatief via de gevolgde methodiek lastig hebben gemaakt, zijn ook aanbevelingen om aan te werken. Daarnaast kunnen de volgende specifieke aanbevelingen per gebruiksfunctie worden opgesomd.

Winkelfunctie:

- Winkels_food zijn lastig te vergelijken met Winkels_nonfood. Het is te overwegen deze apart van elkaar te beoordelen; wellicht ook binnen de labelmethodiek.

Bijeenkomstfunctie:

- Enkel cafetaria's, cafés en restaurant zijn via de CBS route meegenomen binnen deze functie. De reikwijdte van de labelmethodiek is echter veel breder; denk ook aan culturele gebouwen als musea, theaters en bibliotheken; maar ook aan religieuze gebouwen, discotheken en casino's. Extra data is dus nodig om ook deze typen mee te nemen; hiermee kan ook overwogen worden of het logisch is ze allen bij elkaar te houden.

Logiesfuncties:

- Binnen de gebruiksfunctie 'logies' hebben we via het CBS nu enkel hotels tot onze beschikking. Voor een representatief gelijkwaardig alternatief zou dit uitgebreid kunnen worden met bijv. pensions, kampeerboerderijen en jeugdherbergen.
- Bij met name de hotels blijkt de bezettingsgraad tot het rijtje van belangrijkste beïnvloedende onafhankelijke variabelen te behoren. Aanbevolen wordt deze op adresniveau te koppelen en mee te nemen bij de analyse.

Zorgfunctie (zonder bedgebied):

- Bediscussieerd kan worden of het wenselijk is ook een benchmark voor hoger ziekenhuizen te hebben (niet beschikbaar via het CBS), vanwege de grote diversiteit en de relatief kleine populatie in Nederland. Noot dan nu enkel naar de functie 'zorg zonder bedgebied (niet-klinisch)' is gekeken en dat ziekenhuizen tot de functie 'met bedgebied (klinisch)' behoren.

Sportfunctie:

- Zwembaden zijn lastig te vergelijken met andersoortige sportaccommodaties. Het is te overwegen deze apart te beoordelen; wellicht ook binnen de labelmethodiek. In deze rapportage zijn de zwembaden niet uitgewerkt vanwege een gebrek aan data.
- Buitensport is sowieso niet (als valide populatie) beschikbaar via het CBS. Nagedacht zou moeten worden wat een geschikte benchmark voor buitensport zou kunnen zijn; een verbruik per m² gebouwoppervlak lijkt geen logische keuze.

Onderwijsfunctie:

- Of het speciaal onderwijs qua energie intensiteiten significant afwijkt van het normale onderwijs is nu nog een onbekende.
- Het MBO is nu niet meegenomen. Het CBS denkt deze wel te kunnen inventariseren, mits er een adreslijst beschikbaar komt van de werkelijke fysieke schoolgebouwen (dus niet een postadres).
- Bediscussieerd kan worden of het wenselijk is ook een benchmark voor hoger onderwijs en universiteiten te hebben (niet beschikbaar via het CBS), vanwege de grote diversiteit en de relatief kleine populatie in Nederland.

Industriefunctie:

- De industriefunctie binnen de dienstesector heeft voornamelijk logistieke functies (opslag/overslag/koelhuizen); maar ook bijv. de autogaragebedrijven, laboratoria en datacenters behoren tot deze functie. Via het CBS zijn enkel de groothandels beschikbaar, die worden omschreven als 'logistiekvastgoed'. Aanbevolen wordt dan om op zoek te gaan naar populaties die de missende populaties.
- Aanbevolen wordt ook om een (beter) onderscheid te kunnen maken naar bedrijfshallen die verwarmd-, of vorstvrij worden gehouden; of die juist een (product) koelfunctie hebben. Zie ook voetnoot 54 in paragraaf 6.2.
- Omdat deze gebruiksfunctie niet labelplichtig is, moet gezocht worden naar een andere methodiek om tot een gelijkwaardige norm te komen.
- Een zeer sterke aanbeveling is ook om *juist* de bedrijfshallen onder de labelmethodiek te brengen, vanwege het grote besparingspotentieel dat hier nog ligt (Niessink et al., 2017). De auteur beseft dat deze aanbeveling buiten de scope van deze studie valt.

Kantoorfunctie:

- Het CBS had geen valide populatie 'kantoren' beschikbaar. De analyses geven het gevoel dat we zelf een goede valide populatie hebben ontwikkeld. Het verdient echter een aanbeveling hier, samen met het CBS en mogelijk andere partijen, beter naar te kijken.
- Voor ruim 50% van de kantorenpopulatie ligt het oppervlak volgens de labelmethodiek onder het oppervlak volgens de BAG. De meest waarschijnlijke reden hiervoor is dat de labelmethodiek deze vbo's verder opdeelt naar kleinere oppervlakte-eenheden. Dit, vanwege bijv. de aanwezigheid van de industriefunctie binnen het kantoor. Een andere reden kan zijn een bepaalde indeling naar eigenaarsverhoudingen en/of WOZ waarden. Het is onduidelijk wat het effect hiervan is op het vergelijk van intensiteiten.
- Het hebben van een eigen serverruimte doet de elektriciteitsintensiteit wat toenemen. Deze conclusie komt voort uit de EML analyse, waarbij tegelijkertijd het gevoel overheerste dat de kwaliteit van de data verhoogt dient te worden.

Literatuur

- BZK, M. v. (2020a). *Tabel 2.b: Klassenindeling energielabel utiliteitsgebouwen voor de gebruiksfuncties 6 t/m 10 naar primair fossiel energiegebruik (in kWh/m².jr)*. Retrieved from <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stort-2020-57490.html>.
- BZK, M. v. (2020b). *Voorgenomen numerieke waarden Eindhoven Utiliteitsbouw per gebruiksfunctie*.
- CBS. (2020a). *Energieverbruik hotels, 2018*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/41/energieverbruik-hotels-2018>
- CBS. (2020b). *Energieverbruik sportvastgoed, 2018*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/50/energieverbruik-sportvastgoed-2018>
- CBS. (2021a). *Energieverbruik grootschalig logistiekvastgoed, 2019*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2021/20/energieverbruik-grootschalig-logistiekvastgoed-2019>
- CBS. (2021b). *Energieverbruik vastgoed funderend onderwijs, 2018*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/10/energieverbruik-vastgoed-funderend-onderwijs-2018>
- CBS. (2021c). *Energieverbruik zorgvastgoed, 2017*. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2019/27/energieverbruik-zorgvastgoed-2017>
- CBS. (2021d). *Gebouwenmatrix Energie*. Retrieved from: <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2021/10/gebouwenmatrix-1-1-2014-1-1-2018-1-1-2019-1-1-2020>
- CBS. (2021e). *Logiesaccommodaties; gasten, overnachtingen, bezettingsgraad, kerncijfers*. <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/82058NED/table?ts=1623097394257>
- ISSO. (2013). *Hoofdstuk 7 Opnamemethode bestaande bouw (EI) gebouw ISSO-publicatie 75 deel 1 Energielabel* Retrieved from https://isso.nl/fileadmin/user_upload/EPA-U/ISSO_75.1_def_hoofdstuk_7_methode_2013.pdf
- Klimaatakkoord. (2018). *Dit is een achtergrondnotitie ten behoeve van de sectortafel Gebouwde omgeving*. Retrieved from <https://www.klimaatakkoord.nl/binaries/klimaatakkoord/documenten/publicaties/2019/01/08/achtergrondnotitie-gebouwde-omgeving-verduurzaming-bestaande-utiliteitsbouw/Gebouwde+omgeving+-+Verduurzaming+bestaande+utiliteitsbouw.pdf>
- KWA. (2020, 5/1/2021). *Graaddagen en koeldagen*. Retrieved from <http://www.kwa.nl/content/graaddagen-en-koeldagen>
- Meijer, I. P. H., & Verweij, I. R. (2009, 2009). *Energieverbruik per functie voor SenterNovem*. Retrieved from <http://refman.energytransitionmodel.com/publications/1822/download>

- Menkveld, M., Niessink, R., Sipma, J. M., Scheers, M., Beindorff, P., Plokker, W., . . . Elkhuizen, B. (2020). *Paris Proof monitor. Openbare rapportage van het project Route Energie Duurzaam kantoren*. Retrieved from <http://publications.tno.nl/publication/34637313/2Ei6Ni/TNO-2020-P11535.pdf>
- Niessink, R. J. M., Menkveld, M., & Sipma, J. M. (2017). *Verkenning utiliteitsbouw*. Retrieved from <https://publicaties.ecn.nl/ECN-E--17-059>
- Nuiten, P. W. G. (2019). *Inijking energielabel utiliteitsbouw. Varianten klassenindeling op basis van BENG2 (primaire-fossiele-energieindicator EweP; tot conform NTA 8800, uitgedrukt in [kWh/m2.jaar])*. Retrieved from <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/publicaties/2019/10/04/advies-inijking-labelklassen-energielabel-op-basis-van-nta-8800-woningbouw-en-utiliteitsbouw/Eindrapportage+inijking+energielabels+utiliteit.pdf>
- Nuiten, P. W. G. (2020). *Conversie energielabels naar NTA 8800. Aannamedocument conversie monitoringsbestanden utiliteitsbouw naar invoer voor de NTA 8800 validatietool; versie maart 2020*. Retrieved from PBL. (2020). *Klimaat- en Energieverkenning 2020*. Retrieved from <https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2020>
- RVO. (2011). *Gebouwmonitoring met energieprofielen, energieverspilling eenvoudig opsporen en verhelpen*. Retrieved from <https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Gebouwmonitoring%20met%20energieprofielen.pdf>
- RVO. (2019). *Advies inijking labelklassen energielabel op basis van NTA 8800, woningbouw en utiliteitsbouw*.
- Sipma, J. M. (2019a). *Het daadwerkelijk energieverbruik van gelabelde en niet-gelabelde restaurants*. Retrieved from 2019: <https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid:6d1f96c7-c436-4c26-883c-a73758ed59d0>
- Sipma, J. M. (2019b). *Nieuwe benchmarkmethodiek energiegebruik kantoren*. Retrieved from December 2019: <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:9e207b70-cabb-4ac4-ba1f-2dc5e864c1f1>
- Sipma, J. M. (2019c). *Nieuwe benchmarkmethodiek energieverbruik kantoren; op basis van het werkelijke gas- en elektriciteitsverbruik van 13.000 kantoren, beïnvloed door grootte, bouwjaar, energielabel, locatie, verbruiksjaar en de bezettingsgraad*. Retrieved from <https://repository.tudelft.nl/view/tno/uuid%3A9e207b70-cabb-4ac4-ba1f-2dc5e864c1f1>
- Sipma, J. M., Kremer, A., & Vroom, J. (2017). *Energielabels en het daadwerkelijk energieverbruik van kantoren*. Retrieved from <https://publicaties.ecn.nl/ECN-E--16-056>
- Sipma, J. M., & Niessink, R. J. M. (2018). *Energielabels en het daadwerkelijk energieverbruik van scholen en tehuizen in de zorg*. Retrieved from <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3A9e207b70-cabb-4ac4-ba1f-2dc5e864c1f1>

Sipma, J. M., & Rietkerk, M. D. A. (2016). *Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen*. Retrieved from <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--15-068>

Vocht, A. d. (2019). *Basishandboek SPSS 25*.

Vons, G. (2019). *Werkelijk energieverbruik voor Kantoor-, Sport-, Zorg-, Onderwijs-, Retail en Bijeenkomstfuncties*.

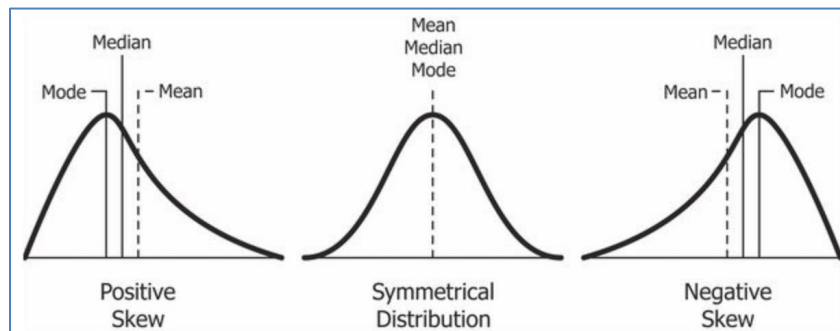
A Inleiding en achtergrond statistiek, afgestemd op dit onderzoek

Deze bijlage geeft een beknopt inzicht in de statistiek in algemene bewoording, waarmee niet-statistici de beschreven statistische uitkomsten beter kunnen volgen.

A.1 Centrum- en verdelingsmaten

In de statistiek worden centrummaten, verdelingsmaten en spreidingsmaten toegepast om een populatie te analyseren/beschrijven.

- Centrummaten geven een bepaald middelpunt (zwaartepunt) van de verdeling: gemiddelde, mediaan, modus. Ook de percentielen rekenen we voor het gemak tot de centrummaten⁸⁰. Figuur 2 in paragraaf 3.2 toont de gevonden centrummaten voor de winkels⁸¹.
- Verdelingsmaten geven een beeld van de vorm van de verdeling van een afhankelijke variabele binnen een populatie, bijv. de verdeling van de gasintensiteit. Er worden twee maten toegepast: Skewness (scheefheid) en Kurtuosis (welving, mate van afvlakking of pieken). Wanneer beiden 'normaal' zijn, hebben we te maken met een 'normaal verdeling'.



Figuur 123 Gas-intensiteit versus gebouwgruote, vanuit rapportage ref1

In Figuur 123 wordt de normaalverdeling weergegeven in het midden, links en rechts wordt een afwijking hierop weergegeven door de Skewness. Binnen dit werkveld van energie-intensiteiten hebben we vrijwel altijd te maken met de linker situatie; een positieve Skewness. Het gasverbruik kan immers nooit lager

⁸⁰ Een percentiel is de waarde waaronder een bepaald deel (percentage) van de waarnemingen ligt. Het 40ste percentiel geeft aan dat 40% van alle waarnemingen een waarde heeft van kleiner dan of gelijk aan de percentielwaarde. Het 25ste en 75ste percentiel worden ook wel het eerste en derde kwartiel genoemd. Het 50ste percentiel (tweede kwartiel) is de centrummaat 'mediaan'.

⁸¹ De modus ontbreekt hier. De modus is de waarde die het meest voorkomt. Omdat het energiegebruik nooit een mooi afgerond getal is, zal een verbruik van '0' altijd de modus zijn. Dit is niet interessant. Daar waar de piek van een histogram zich bevindt (zie de vermelde Figuur 2) kan wel beschouwd worden als een modaal *bereik* (waarbinnen je natuurlijk een puntwaarde kunt kiezen); denk hierbij ook aan het bekende [Modaal inkomen](#) dat vaak als afgerond bedrag wordt gegeven.

zijn dan 0, terwijl uitschieters naar boven wel mogelijk zijn. Het elektriciteitsverbruik kan vanwege teruglevering wél negatief worden. Dezelfde Figuur 2 in paragraaf 3.2 toont wat we in de praktijk hebben gevonden voor winkels; een sterke positieve Skewness en Kurtosis. Figuur 79 in paragraaf 8.3.2 toont dat de normaalverdeling bij onderwijs veel beter wordt benaderd.

A.2 Spreidingsmaten en het betrouwbaarheidsinterval

Spreidingsmaten geven een beeld van de spreiding van de verdeling: minimum, maximum, range, variantie, standaarddeviatie en de standaardfout. Het betrouwbaarheidsinterval (BI) is geen spreidingsmaat, maar zegt (ook) iets over in hoeverre een gevonden gemiddelde het ware gemiddelde benadert. De variantie, standaarddeviatie, standaardfout en het BI beïnvloeden elkaar rekenkundig.

A.2.1 *Het minimum, maximum en de range*

Het minimum en maximum spreken voor zich, de range is het verschil hiertussen. Bij uitschieters en/of een sterke positieve Skewness zal het maximum relatief ver weg liggen van het gemiddelde, waardoor de range relatief groot zal zijn.

A.2.2 *De variantie, standaarddeviatie en variatiecoëfficiënt*

Variantie

De variantie is een maat voor de spreiding van een reeks waarden, dat wil zeggen de mate waarin de waarden onderling verschillen. Denk hierbij aan bijv. de spreiding in de gasintensiteit van een deelpopulatie van alle bakkers in Nederland. Hoe groter de variantie, hoe meer de afzonderlijke waarden onderling verschillen, en dus ook hoe meer de waarden van het "gemiddelde" afwijken. De variantie meet min of meer het gemiddelde van het kwadraat van deze afwijkingen. De variantie speelt in vele statistische toepassingen een cruciale rol; hij zal hieronder dan ook vaak terugkeren.

Standaarddeviatie

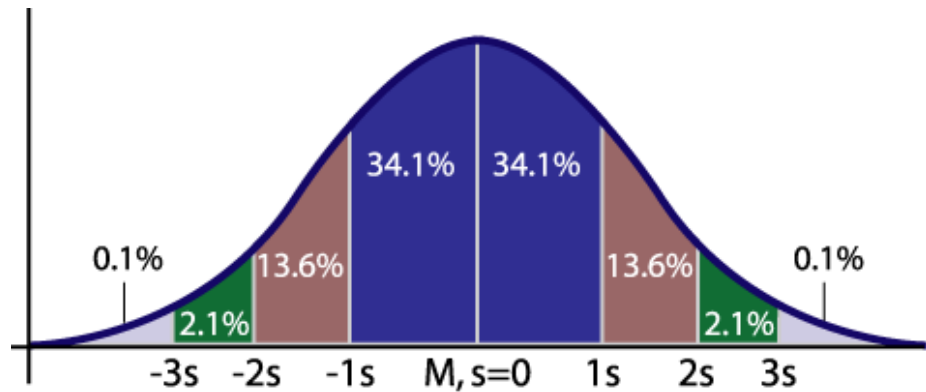
De standaardafwijking of standaarddeviatie zet de variantie als het ware weer een stapje terug door de wortel ervan te nemen, en is daardoor beter vergelijkbaar met de waarde van de afhankelijke variabele zelf (de gemiddelde gasintensiteit). De standaardafwijking (vaak aangeduid met de Griekse letter σ voor de populatie en s voor de steekproef) is dus ook een maat voor de spreiding van een afhankelijke variabele. In dit werkveld hebben we nooit de gehele populatie te pakken, maar altijd een zogenaamde aselechte steekproef; die in meerdere of mindere mate representatief zal zijn.

Bij een perfecte 'normaal verdeling' is er een handige vaste verhouding tussen het gevonden gemiddelde en het deel van de populatie dat hier van afwijkt. Bij normale verdelingen wijkt van het gemiddeld af:

- Bij 68,27% ten hoogste 1 keer de standaardafwijking⁸²

⁸² De standaarddeviatie kan hiermee gebruikt worden als indicator voor het normaal verdeeld zijn van de variabele. Wanneer niet ongeveer 69% van alle waarden binnen $\pm 1s$ bevinden, is er geen sprake van een normaalverdeling. Met behulp van de standaarddeviatie zijn ook uitbijters (outliers) aan te wijzen. Een regel is bijv. dat uitbijters verwijderd mogen worden wanneer ze

- Bij 95,45% ten hoogste 2 keer de standaardafwijking
- Bij 99,73% ten hoogste 3 keer de standaardafwijking
- Bij 99,9937% ten hoogste 4 keer de standaardafwijking af van de verwachtingswaarde
- Bij 99,999943% ten hoogste 5 keer de standaardafwijking
- Bij 99,9999998% ten hoogste 6 keer de standaardafwijking.



Figuur 124 Relatie standaardafwijking en het procentuele deel dat afwijkt van het gevonden gemiddelde, bij een normaalverdeling refx

Als er weinig spreiding is dan liggen de getallen allemaal dicht bij elkaar op een hoopje (sterke Kurtuosis). Het nadeel van een variabele met weinig spreiding is dat het niet veel varieert en dat je ook weinig statistisch significante verschillen of verbanden zult vinden ([bron](#)). In de praktijk is de grootte van de standaarddeviatie afhankelijk van de range; is de range groot dan heeft men ook een grote variantie en een grote standaarddeviatie. De grootte van de standaarddeviatie wordt *niet* bepaald door de grootte van de steekproef.

Variatiecoëfficiënt

Wanneer de standaarddeviatie wordt gedeeld door het gemiddelde, krijgen we de variatiecoëfficiënt (in deze rapportage vaak aangeduid als '% Std. Deviation'). De variatiecoëfficiënt is dimensieloos en kan daarom goed gebruikt worden om de spreiding van verschillende populaties te vergelijken, zeker wanneer deze populaties sterk uiteenlopende gemiddelden hebben. De variatiecoëfficiënt is in feite een maat voor de relatieve spreiding: hij meet de mate van spreiding, via de standaardafwijking, maar relatief ten opzichte van de gemiddelde ligging van de waarden ([bron](#)).

In de statistiek wordt de variatiecoëfficiënt gebruikt als relatieve spreidingsmaat, wat inhoudt dat de spreiding gemeten wordt ten opzichte van de verwachtingswaarde of het gemiddelde. De variatiecoëfficiënt is zowel gedefinieerd voor een steekproef als voor een populatie.

boven 4 of 5 maal de standaarddeviatie plus of min het gemiddelde uitkomen. Dit is een van de drie strategieën die het CBS heeft toegepast om de extremen te verwijderen uit de gevalideerde intensiteiten.

In dit onderzoek is de hoogste variatiecoëfficiënt gevonden bij de winkels (83%), en de laagste bij het onderwijs (36%); zie wederom de histogrammen waar eerder naar verwezen is. Bij de winkels is dus sprake van een veel hogere spreiding.

A.2.3 *De standaardfout*

De standaardfout (in het Engels Standard Error of the mean (SE)) wordt gebruikt om aan te geven hoe zeker je bent van een gevonden gemiddelde voor een deelpopulatie s . Het geeft een bepaalde nauwkeurigheid/betrouwbaarheid aan een gevonden gemiddelde van een deelpopulatie.

$$SE_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

De SE wordt bepaald door de standaarddeviatie s te delen door de wortel van de populatiegrootte N . Dit betekent dat de standaardfout kleiner wordt, naarmate de populatiegrootte toeneemt. De SE wordt groter, naarmate de standaarddeviatie groter is.

Wanneer de steekproefomvang wordt verhoogd, biedt deze een meer specifieke maat in plaats van de standaardafwijking.

A.2.4 *Het betrouwbaarheidsinterval*

Het CBS weet niet van alle utiliteitsgebouwen de intensiteit. Ieder bouwtype vormt dus een deelpopulatie s van de totale populatie. Het betrouwbaarheidsinterval geeft rondom het gevonden gemiddelde een interval, waarbinnen met een bepaalde zekerheid (bijv. het 95% BI) het ware gemiddelde zal liggen⁸³. Net als bij de standaardfout, zijn in de formule zowel de standaarddeviatie s als de grootte N van de (sub)populatie verwerkt. Dit betekent dat een betrouwbaarheidsinterval nauwer wordt naarmate de standaarddeviatie afneemt en/of de grootte van de populatie toeneemt. In formulevorm, wanneer er sprake zou zijn van een normaalverdeling (wat vaak niet zo is), wordt het BI berekend met de volgende formule, waarbij \bar{x} het gevonden gemiddelde van de deelpopulatie s is :

$$\begin{aligned} \text{Upper 95\% limit} &= \bar{x} + (\text{SE} \times 1.96), \text{ and} \\ \text{Lower 95\% limit} &= \bar{x} - (\text{SE} \times 1.96). \end{aligned}$$

Tabel 111 vat voorgaande samen.

⁸³ Bij deze populaire uitleg wordt altijd de kanttekening gemaakt dat het in werkelijkheid net wat anders ligt. Het 95% BI geeft aan dat wanneer er 100 maal een willekeurige steekproef van dezelfde grootte wordt getrokken uit de gehele populatie, het 95 maal zal voorkomen dat het werkelijke gemiddelde binnen de gevonden 95% BI grenzen van iedere steekproef zal liggen. [Kurtversteegen](#) laat dit met een praktijk experiment duidelijk zien.

Tabel 111 Overzicht spreidingsmaten en het betrouwbaarheidsinterval

Omschrijving	Doel	Afhankelijk van
Variantie en Standaarddeviatie (-afwijking)	Een rekenkundige maat voor de spreiding van de getallen rondom het gemiddelde binnen een (sub)populatie.	Gemiddelde en range (maximum, minimum)
Standaardfout (% Std. Deviation)	Geeft aan hoe betrouwbaar een gevonden gemiddelde (puntschatting) voor een subpopulatie s is	Standaarddeviatie en populatiegrootte
Betrouwbaarheidsinterval	Geeft rondom het gevonden gemiddelde van een subpopulatie s een interval, waarbinnen met een bepaalde zekerheid (bijv. het 95% BI) het ware gemiddelde zal liggen	

A.3 De mate van beïnvloeding door onafhankelijke variabelen

A.3.1 Typen onafhankelijke variabelen

Wanneer je onderzoek doet heb je vaak variabelen die je hierin moet verwerken. Variabelen zijn elementen uit een onderzoek die verschillende waarden kunnen aannemen. Deze waarden kunnen worden gecategoriseerd in verschillende meetniveaus (ook wel meetschalen). Meetniveaus kunnen iets vertellen over welke statistische technieken/methodes uit de statistiek je kunt gebruiken om de gegevens te verwerken. Er bestaan drie verschillende meetniveaus; nominaal, ordinaal en een interval/ratio meetniveau ([bron](#)). Het is handig om hier inzicht in te hebben. In het kort (Vocht, 2019):

- 1 Er is sprake van een **nominale schaal** als de onderzoeksgegevens zijn ingedeeld in elkaar uitsluitende categorieën, zonder dat er sprake is van een rangorde. Vaak worden voorbeelden genoemd als 'bloedgroep' en 'provincies'. In dit onderzoek zullen we bijv. het effect op het energiegebruik onderzoeken van 14 winkeltypen (paragraaf 3.4.2) en van de SBI-sector bij kantoren (paragraaf 10.4), typische nominale schalen. Wanneer er slechts twee mogelijkheden zijn wordt gesproken van een '**dichotome variabele**', zoals bij het (achterhaalde) 'geslacht' man of vrouw. In dit project zullen we bijv. het effect onderzoeken van het wel/niet hebben van liften (bijv. in paragraaf 6.8) en of er 1 of meerdere vbo's in een pand liggen (bijv. in paragraaf 10.4); typische dichotome variabelen.
- 2 Als er gegevens zijn ingedeeld in elkaar uitsluitende categorieën, waarbij sprake is van een rangorde, spreken we van een **ordinaire schaal**. Een algemeen voorbeeld is het onderscheid binnen de variabele 'opleidingsniveau' naar basisschool / voortgezet onderwijs / middelbaar beroepsonderwijs / hoger beroepsonderwijs. Ook variabelen die zijn geclassificeerd (ingedeeld in klassen) zijn ordinaal, en kunnen dan als **categorisch** worden gedefinieerd. In dit

onderzoek onderscheiden we grootteklassen, labelklassen en bouwjaarklassen; allen ordinale schalen.

- 3 Als de gegevens zijn gemeten in vaste meeteenheden is er sprake van een **intervalschaal** dan wel een **ratioschaal**. De afstanden tussen de schaalposities liggen dan vast. Hierdoor is het mogelijk om rekenkundige bewerkingen uit te voeren.
 - **Intervalschalen** hebben een arbitrair nulpunt. Het kan wel zijn dat een waarde op het intervalniveau '0' is, maar dit getal staat dan niet voor afwezigheid. Denk aan temperatuur gemeten in graden Celsius; de temperatuur kan 0 graden Celsius zijn, maar dat betekent niet dat er geen temperatuur is. Je kunt ook niet zeggen dat 40 graden Celsius twee keer zo warm is als 20 graden Celsius. Een ander voorbeeld is het aangeven van tijdsduur. De vormfactor waarvan we in paragraaf 6.7 de invloed op het energiegebruik gaan analyseren is een voorbeeld van een intervalschaal.
 - **Ratioschalen** hebben wel een absoluut nulpunt. Hiermee zijn alle rekenkundige bewerkingen mogelijk. Voorbeelden zijn leeftijd, inkomen en temperatuur in Kelvin. In dit onderzoek is het gebruiksoppervlak een voorbeeld van een ratioschaal, 0 m² oppervlak is echt de afwezigheid van een oppervlakte, en 2000 m² is echt twee maal groter dan 1000 m². Wanneer vervolgens wordt besloten om een gebruiksoppervlakte in te delen naar grootteklassen, krijgt de variabele een ordinale schaal. De onafhankelijke variabelen 'werkelijk energiegebruik' en 'BENG2 energiegebruik' zijn ook voorbeelden van ratioschalen. In paragraaf 3.4.1 is bij de winkels de invloed van 'provincie' op het energiegebruik geanalyseerd. Alhoewel de variabele 'provincie' zelf tot de nominale schaal behoort, betrof de analyse hier het aantal graaddagen dat een provincie heeft; in Groningen is het gedurende de kouder dan in Zeeland. De graaddagen hebben dan weer een ratioschaal.

A.3.2 *Invloed van onafhankelijke variabelen op een afhankelijke variabele*

Het werkelijk energiegebruik is de *afhankelijke* variabele in dit onderzoek. De invloed erop van de in de vorige paragraaf aangehaalde onafhankelijke variabelen (grootte, labelklasse, vormfactor, etc.) wordt geanalyseerd. Er zijn twee strategieën die we kunnen volgen om te bepalen in welke mate een onafhankelijke variabele het energiegebruik beïnvloed:

- 1 Een analyse per individuele onafhankelijke variabele zonder rekening te houden met de overige variabelen.
- 2 Een gecombineerde analyse waar alle beschikbare onafhankelijke variabelen aan meedoen.

A.3.2.1 *Een analyse per individuele onafhankelijke variabele*

We analyseren bijv. de invloed van het energielabel op het werkelijk gasverbruik, waarbij de invloed van de overige onafhankelijke variabelen wordt genegeerd. Dit laatste is risicovol; een beter label zou immers best gecorreleerd⁸⁴ kunnen zijn aan een toenemende of afnemende grootte van het gebouw. Wanneer we de invloed

⁸⁴ Waar statistische correlatietoetsen voor bestaan, die we ook zullen toepassen. In paragraaf 6.8.2 evalueren we bijv. in hoeverre het hebben van een zwembad en de toename van het gebruiksoppervlak aan elkaar gecorreleerd zijn.

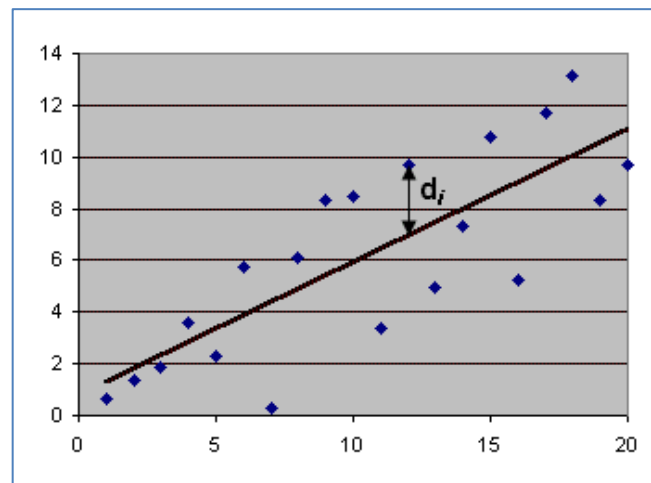
van een dergelijke analyse visueel weergegeven in een figuur, begeleiden we deze daarom steeds met een tabel waarin ook de gemiddelde waarden voor de overige onafhankelijke variabelen worden getoond. Zodoende kunnen we (in gedachten) hier toch rekening mee houden. In hoeverre de standaarddeviatie beïnvloed wordt door het opdelen van het verbruik naar een variabele, zegt ook iets over de mate van beïnvloeding.

Afhankelijk van type variabele

Noot dat dit iets complexer is en dat er, afhankelijk van het type variabele zoals vermeld in paragraaf A.3.1, diverse statistische toetsen zijn voor het bepalen van de invloed van één onafhankelijke variabele op een afhankelijke variabele. Goed om te beseffen is dat hierbij vaak de varianties van paragraaf A.2.2 met elkaar worden vergeleken om een uitspraak te doen of de beïnvloeding significant is, en zo ja, hoe groot deze is. Vaak komt een dergelijke analyse uit op een 'ANOVA', dat staat voor 'ANalysis Of VAriance'. Een zogenaamde 'p-waarde' die hier uit voort komt geeft 'de overschrijdingskans van een gegeven steekproefuitkomst' (de 'p' staat voor 'propability'⁸⁵). Hierbij hoort een 'significantieniveau α ' van bijv. 5%. In begrijpelijker Nederlands zou de uitkomst kunnen zijn: 'met een betrouwbaarheid van 95% ligt het elektriciteitsverbruik van winkels met liften significant hoger dan van winkels zonder liften; wat betekent dat dit verschil niet op toeval berust'.

De correlatiecoëfficiënt bij lineaire regressie

Wanneer twee ratioschalen met elkaar vergeleken worden, bijv. tijdens het analyseren van de invloed van de vormfactor op het gasverbruik, wordt al snel een enkelvoudige lineaire regressie uitgevoerd, zoals gefingeerd weergegeven door Figuur 125.



De 'best-fit' rechte lijn die getrokken wordt, wordt bepaald aan de hand van de zogenaamde 'kleinste kwadratenmethode'. 'Best passende' betekent dat het 'totaal van de gekwadrateerde afwijkingen d_i in verticale zin van de punten ten opzichte van de lijn zo klein mogelijk is'. Noot dat de gekwadrateerde afwijking de variantie is.

Figuur 125 Gefingeerd voorbeeld van een enkelvoudige lineaire regressie analyse

⁸⁵ Er wordt recentelijk veel kritiek geleverd op het gebruik van p-waarden in wetenschappelijke publicaties die relevante verbanden aan zouden tonen. Bij een bepaalde set waarnemingen kunnen veel hypothesen geformuleerd worden die vervolgens getoetst worden. Het jagen op een vraag die een significant resultaat oplevert noemt men wel "p-hacking" en leidt vaak tot foute conclusies ([bron](#)).

Bij lineaire regressie wordt het verband tussen de variabelen uitgedrukt in de bekende lineaire vergelijking: $[y = ax + b]$. Het verband is causaal: neemt de vormfactor toe, dan neemt het gasverbruik ook toe.



Figuur 126 Lineaire regressie $y=ax+b$ ([bron](#))

Hier horen diverse parameters bij die iets zeggen over het verband. Een belangrijke is de 'correlatiecoëfficiënt' R , ook wel de 'Pearson's correlatiecoëfficiënt' r genoemd. Deze kan een waarde tussen -1 (perfecte negatieve regressie) en 1 (perfecte positieve regressie) hebben. Wanneer hier het kwadraat van wordt genomen, wordt de parameter de 'determinatiecoëfficiënt' R^2 genoemd dat 'het percentage verklaarde variantie in y door x weergeeft'. Dus net als in de vorige paragraaf, speelt ook nu weer de variantie (de spreiding rondom het gemiddelde) een belangrijke rol. Wanneer deze parameter R^2 bijv. de waarde $0,82$ zou hebben, zou een uitspraak kunnen zijn dat '82% van de variantie (spreiding) in de gasintensiteit, wordt verklaard met de vormfactor⁸⁶'. Dit zou volgens (Vocht, 2019) als een 'zeer sterk' verband kunnen worden omschreven. R zou dan de waarde $0,9$ hebben (de wortel van $0,82$). Wanneer dit gepaard gaat met een 'significantieniveau' α van bijv. 5%; dan is de vorige uitspraak gedaan met een betrouwbaarheid van 95%.

Tabel 112 Een mogelijke interpretatie van R en R^2 (Vocht, 2019)

Correlatiecoëfficiënt r	Verband	Determinatiecoëfficiënt r^2
0,1-0,3	Zwak	<10% verklaarde variantie
0,3-0,5	Matig sterk	10-25%
0,5-0,7	Sterk	25-50%
>0,7	Zeer sterk	>50% verklaarde variantie
1	Perfect verband	100%

⁸⁶ SPSS toont ook een 'Adjusted R Square'; het gecorrigeerde aandeel verklaarde variantie voor de populatie, op basis van de deelpopulatie. In de praktijk heeft R^2 de neiging dit aandeel te overschatten, vooral bij:

- kleine steekproeven; denk binnen het kader van dit onderzoek aan de relatief kleinere deelpopulatie voor bijv. zorgcentra
- een groter aantal beschikbare onafhankelijke variabelen; zoals bij de winkels.

A.3.2.2 De invloed van meerdere onafhankelijke variabelen gecombineerd analyseren

Met een zogenaamde Meervoudige Lineaire Regressie Analyse (MLRA) wordt de gecombineerde invloed van onafhankelijke variabelen op een afhankelijke variabele onderzocht⁸⁷. In dit project onderzoeken we bijv. in hoeverre het werkelijk energiegebruik afhankelijk is van zowel het energielabel, als de grootteklasse en het winkelttype. Uiteindelijk volgt ook nu een lineaire regressievergelijking waarbij alle variabelen zijn meegenomen. Een algemene formule⁸⁸ kan geschreven worden als:

$$y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_zX_z$$

waarbij:

y = afhankelijke variabele

a = intercept

b_1 tot b_z = de richting en kracht van de variabele

X_1 tot X_z = de onafhankelijke variabele

Het uitvoeren van een MLRA volgt een stappenplan. Het gaat te ver om hier nu uitgebreid op in te gaan. In het kort:

- 1 Bepaal of de afhankelijke variabele (het totaal energiegebruik) een normaalverdeling vertoont. Zo niet, transformeer zodanig, dat deze beter benaderd wordt. In dit project hebben we meestal te maken met een sterke positieve Skewness (scheefheid; zie Bijlage A.1). Een logaritme op het werkelijk verbruik is dan vaak de oplossing.
- 2 Check de onderlinge correlaties voor alle onafhankelijke variabelen die je in het model wilt incorporeren. Een correlatie loopt van -1 tot 1. Variabelen met een onderlinge correlatie van |0.8| of hoger zijn aandachtspunten; hier wordt er meestal slechts één van gekozen op basis van welke van de twee modellen uiteindelijk beter is. In dit project hebben het label en het bouwjaar zo'n sterke onderlinge correlatie, dat het niet zinvol is beiden mee te nemen tijdens de analyse; enkel het label wordt meegenomen. Ook bijv. het hebben van liften en de grootte van het gebouw zijn sterk gecorreleerd. Noot dat hier tevens een *expert-judgement* belangrijk is; zowel op het gebied van de statistiek, als binnen het vakgebied waar de statistiek op wordt losgelaten.
- 3 Hierna volgt het 'bouwen' van het MLRA model. Variabelen met weinig cases (bijv. vanuit de gekoppelde EML database) die het model in die zin verprutsen worden buiten beschouwing gelaten. Er worden ook zogenaamde twee-factor-interacties meegenomen (die de lineaire regressieformule uitbreiden met productfactoren als $b_{12}X_1X_2$). Dit is het startmodel.
- 4 Daarna worden stap voor stap de meest niet-significante interacties uit het model gehaald, en tevens niet-significante hoofdeffecten mits ze niet nog in een

⁸⁷ Voor dit project zijn zowel MLRA's in SPSS uitgevoerd, als in R. De ervaring is dat R hierbij een stuk eenvoudiger is en ook sneller werkt. Met name deze 'step-by-step' analyse gaat geautomatiseerd en vlekkeloos in R, wat ook geldt voor de in de volgende voetnoot vermelde omzetting naar dummy-variabelen.

⁸⁸ Een categorische variabele, zoals het energie label, wordt eerst omgezet naar zogenaamde 'dummy variabelen'. Elke klasse (G t/m A4+) wordt dan zelf een X-factor in de formule. Ditzelfde geldt wanneer een interval-, of ratiovariabele wordt omgezet in een categorische variabele, zoals het 'gebruiksoppervlakte' dat we omzetten naar 'grootteklassen'.

twee-factor interactie⁸⁹ zitten. Op deze manier houden we uiteindelijk een model over met alleen significante effecten. Dit wordt het 'finale model'.

De uitvoer van een MLRA geeft de volgende informatie:

- Of het model als geheel significant is, dit vindt plaats met de eerder genoemde ANOVA.
- Welke onafhankelijke variabelen de spreiding in de afhankelijke variabele significant verklaren (met 95% zekerheid), en hoe groot deze verklaarde spreiding is als totaal.
- Ook de verklaarde variantie per onafhankelijke variabele *afzonderlijk* wordt gegeven (zie bijv. paragraaf 3.4.1 en 10.4.1). Noot dat wanneer je nu één onafhankelijke variabele aan de analyse zou toevoegen, de totale verklaarde spreiding zal toenemen, maar de bijdrage van iedere afzonderlijke onafhankelijke variabele zal veranderen. Dit is dus niet een vaste bijdrage per onafhankelijke variabele; de waarde is afhankelijk van welke- en hoeveel onafhankelijke variabelen worden meegenomen tijdens de analyse. De onderlinge verhouding hierbinnen blijft wel gelijk (welke draagt het meest bij en welke het minst⁹⁰).
- De kwantitatieve invulling van bovenstaande meervoudige lineaire regressievergelijking. Hiermee kan in willekeurige (hypothetische) situaties een werkelijk energiegebruik worden voorspelt (zie paragraaf 3.5). Woordelijk:

*Werkelijk verbruik =
constante + bijdrage winkeltype + bijdrage gebouw grootte + bijdrage NTA label*

Checks achteraf:

Er zijn nog enkele belangrijke checks nadien die bepalen hoe betrouwbaar de uitkomsten zijn (zie bijv. hofstede.nl voor meer uitleg). Deze hebben allen betrekking op een analyse van de 'residuen'. De residuen komen voort uit het verschil tussen de werkelijke- en de voorspelde waarde.

- Zijn er outliers in de residuen die het model te veel beïnvloeden?
- Zijn de residuen normaal verdeeld?
- Is het model homoscedastisch; zijn de residuen zelf niet afhankelijk van (bepaalde) onafhankelijke variabelen, dus random verdeelt?
- Is het model als geheel lineair?

A.4 Meervoudige imputatie

Voor zinvolle statistische analyses heb je bij voorkeur een relatief grote populatie nodig. Soms is een dergelijke populatie wel aanwezig, maar mist er informatie voor een deel van de populatie. Zo is slechts 10% van de winkelpopulatie in Hoofdstuk 2 gelabeld, wat de beschikbare populatie voor analysedoeleinden sterk verkleint.

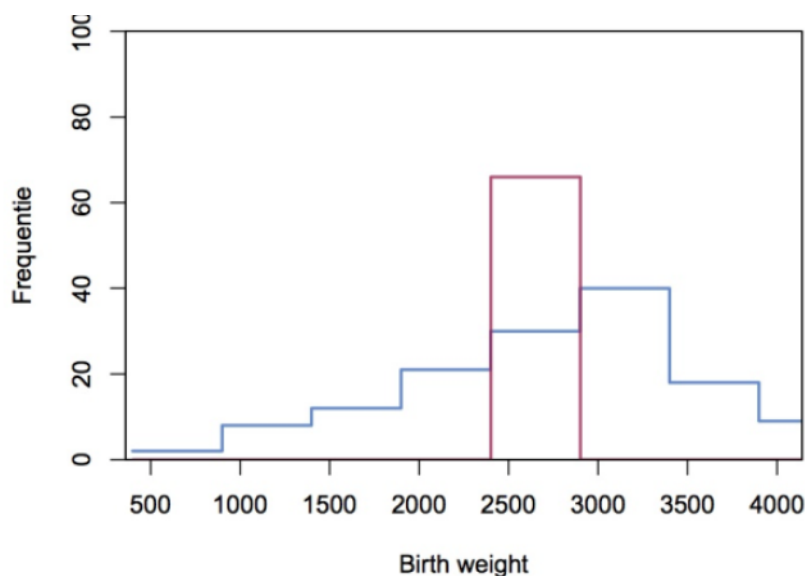
⁸⁹ In onderzoek dat gebruik maakt van de statistische methoden wordt de term "interactie" meestal voorbehouden voor situaties waarbij de impact van een onafhankelijke variabele op een afhankelijke variabele beïnvloed wordt door een derde variabele. In formele termen: het effect van X_1 op Y varieert naargelang de waarden van X_2 . Hierbij kan X_1 als de onafhankelijke *focusvariabele* worden beschouwd en X_2 als de *moderatorvariabele*. Immers, X_2 verandert immers de wijze waarop X_1 de afhankelijke variabele Y bepaalt (studiedienst.be).

⁹⁰ Noot dat een enkelvoudige regressie analyse uitvoeren op meerdere onafhankelijk variabelen afzonderlijk (de vorige paragraaf) tot hetzelfde kwalitatieve inzicht leidt; 'welke variabele verklaart de spreiding het meest, welke het minst).

De statistische toepassing 'imputeren' kan hier wat aan doen. Imputeren betekent missende data van een waarde voorzien door de onderlinge kenmerken binnen de populatie te vergelijken. Zo kan de niet-gelabelde voorraad van een BENG2 energiegebruik worden voorzien, op basis van werkelijk verbruik, grootte- en bouwjaarklasse en een 'zwakke' variabele die gelinkt is aan de vormfactor. Dit heeft veel weg van een 'omgekeerde regressie'. Dit imputeren kan op diverse manieren.

A.4.1 *Imputatie op basis van gemiddelde waarde, via regressie analyse*

Er kan overall een gemiddelde waarde voor de afhankelijke variabele (BENG2) worden berekend, op grond van een regressieanalyse met de beschikbare variabelen. Het resultaat in de vorm van een histogram is dat daar waar het gemiddelde zich bevindt, een enorme piek ontstaat, zoals illustratief weergegeven met Figuur 127. Het CBS gebruikt deze methode bijv. om het totaal energieverbruik van de gehele Nederlandse winkelvoorraad te schatten; de winkels die niet van een werkelijk verbruik konden worden voorzien (de helft van de Nederlandse populatie), wordt op deze wijze van een gemiddeld verbruik voorzien.

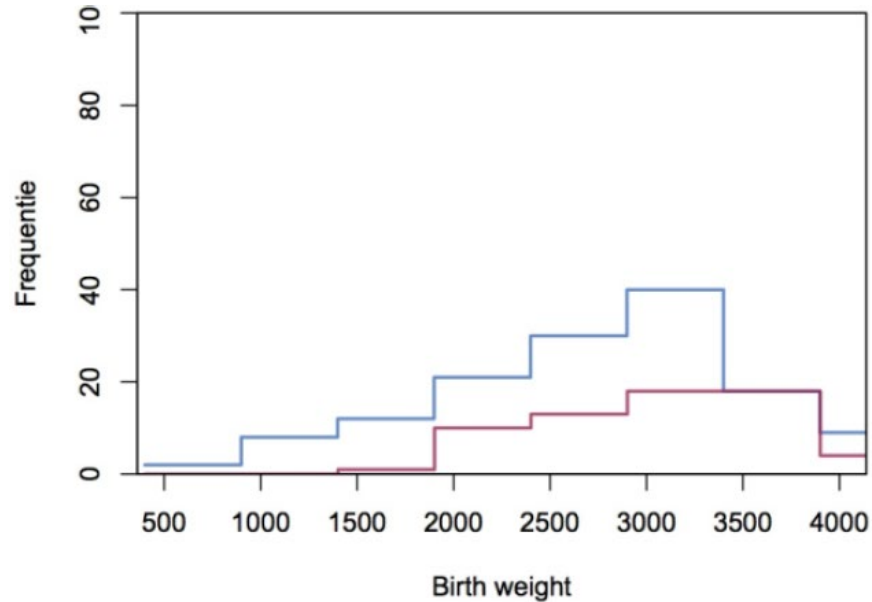


Figuur 127 Imputeren op basis van regressie analyse; effect op histogram (geboortegewicht; illustratief)

A.4.2 *Imputatie met behoud van de spreiding*

De missende gegevens kunnen echter ook worden opgevuld met een waarde, waarbij rekening wordt gehouden met de *spreiding* binnen de betreffende variabele. De keuze voor deze 'meervoudige imputatie met behoud van de spreiding' is belangrijk in de zoektocht naar een antwoord op de vierde onderzoeksvraag. In die vraag wordt niet gezocht naar een werkelijk verbruik dat *gemiddeld* gezien bij de BENG2 Eindhoven arriveert; maar naar het werkelijk verbruik waarbij er *90% zekerheid* is dat de BENG2 Eindhoven ook daadwerkelijk gehaald wordt, wanneer deze met labelsoftware wordt vastgesteld voor een willekeurige situatie. Dit staat gelijk aan een zoektocht in de spreiding; denk aan het 90%-percentiel. Het resultaat in de vorm van een histogram is dat de geïmputeerde data nu in dezelfde verhouding bovenop de originele histogram wordt geplaatst, zoals illustratief

weergegeven met Figuur 128. Dit beïnvloedt het gemiddelde en de standaarddeviatie nauwelijks.



Figuur 128 Imputeren op basis van regressie analyse, met behoud van de spreiding; effect op histogram (geboortegewicht; illustratief)

Er zijn diverse statistische checks om te controleren of deze vorm van imputeren geschikt is en goed is uitgevoerd. Hierbij wordt de originele voorraad steeds vergeleken met de geïmputeerde voorraad:

- Zijn de missende data voor BENG2 random verdeeld, of is er een patroon te herkennen dat wijst op een (ongewenste) afhankelijkheid van één of meer van de beschikbare variabelen?
- Zijn de histogrammen van de originele, geïmputeerde en finale populaties aan elkaar (visueel gezien) gelijk?
- Komen het gemiddelde en de standaarddeviatie van de populaties overeen?

B Inrichting, afbakening en verrijking van het CBS analysebestand voor de winkels

B.1 Inleiding

In deze bijlage beschrijven we de inrichting en afbakening van het CBS analysebestand. Met 'analysebestand' wordt verwezen naar de door het CBS klaargezette data waar de analyses op worden uitgevoerd. De data hebben een relatie met het VIVET traject:

'Als onderdeel van het programma VIVET (verbetering van de informatievoorziening van de energietransitie) hebben het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en het Kadaster, in opdracht van de ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en Economische Zaken en Klimaat, een monitor opgezet waarmee het energieverbruik van vastgoed in de retailsector op laag regionaal niveau in kaart is gebracht en in de toekomst kan worden gevolgd. Deze monitor richt zich op o.a. op de detailhandel (SBI 47). De data is als onderzoeksbestand op microniveau voor derden toegankelijk voor analysedoeleinden.'

Bronnen
Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG)
Basisregistratie Kadaster (BRK)
Klantenbestanden gas- en elektriciteitsaansluitingen
Locatus
RVO-energielabel database
Stadsverwarmingspostcodelijst
Vermogen zonnestroom

Het CBS analysebestand is tot stand gekomen door koppelingen van diverse databases, zoals hiernaast weergegeven⁹¹. TNO heeft een aantal aanvullende data laten koppelen. Bij elkaar resulteert dit in de beschikbaarheid van de 'onafhankelijke variabelen' die in paragraaf 3.4 zijn geanalyseerd.

In de paragrafen die volgen worden de voor dit project belangrijkste aspecten van het analysebestand behandeld. Een uitgebreidere beschrijving van de methode en operationalisering is te vinden binnen het CBS [dashboard](#) 'Energieverbruik Retail vastgoed'. De winkels zijn door het CBS onderverdeeld naar 14 winkeltypen. Bijlage C toont de relatie tussen deze winkeltypen en de branches die door [Locatus.nl](#) worden onderscheiden.

⁹¹ Inzicht in stadsverwarming op basis van postcode is afkomstig van [ACM](#). Deze lijst wordt echter niet meer door ACM gemaakt, wat een aanbeveling is voor het Datastelsel. CBS vult dit inzicht aan via informatie afkomstig van warmteleveranciers waarmee GIS analyses worden uitgevoerd, om de bijbehorende postcodes te vinden.

B.2 Populatie

De onderzoekspopulatie bestaat uit winkelobjecten. Dit zijn verblijfsobjecten⁹² in de voorraad Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) (peildatum 31-12-2018). Het meest recente bouwjaar dat wordt meegenomen is echter 2017, omdat de gevalideerde verbruiksgegevens het verbruiksjaar 2018 betreft. De BAG gaat niet verder dan het benoemen van de gebruiksfunctie 'winkel'. Een verdere differentiatie naar 14 onderscheiden winkeltypen is bereikt door een koppeling met het winkelregister van Locatus (peildatum 1-1-2018). Bijlage C toont de relatie tussen deze winkeltypen en de branches die door Locatus worden onderscheiden.

Van iedere winkel is het oppervlak vanuit de BAG bekend. Vanuit de zogenaamde Klantenbestanden van de energiebedrijven ([info](#)), is hieraan het gas- en elektriciteitsverbruik in verbruiksjaar 2018 gekoppeld. Door deze op elkaar te delen, wordt er een gas- en elektriciteitsintensiteit bepaald.

- ❖ Overdekte winkelcentra zijn niet geïdentificeerd, hiervoor is extra informatie nodig. Warenhuizen is wel een eigen categorie.
- ❖ Winkels met een gebruiksoppervlak < 50m² zijn niet meegenomen

B.3 Validiteit intensiteiten

Een uitdaging voor het CBS is de gas- en elektriciteitslevering te matchen aan het gerelateerd oppervlak. Lang niet altijd bevindt zich in één gebouw exact één gas- en één elektriciteitsmeter (zie ook het [EAN-codeboek](#)). Wanneer deze match schijnbaar gelukt is, volgt er een check op de hoogte van de berekende intensiteiten; afhankelijk van de gebouw grootte. Te hoge of te lage intensiteiten worden eruit gefilterd volgens de grenzen⁹³ van Tabel 113 en Tabel 114. Ook het aansluitingstype speelt een rol; als er geen gasaansluiting is, mag het gasverbruik uiteraard de waarde nul hebben, terwijl het elektriciteitsverbruik hoger mag liggen.

⁹² De BAG onderscheid panden. Aan een pand is het bouwjaar gekoppeld. Binnen een pand liggen één of meerdere verblijfsobjecten (vbo's). Aan een vbo is een gebruiksoppervlak en één of meerdere gebruiksdoelen gekoppeld. Er zijn 11 gebruiksdoelen, waaronder bijv. winkel, kantoor, zorg, horeca en woning. Ongeveer 80% van de utiliteitspanden bevat slechts één vbo, waar ook slechts één gebruiksdoel aan is gekoppeld. Bij winkels in de oudere binnensteden komt het regelmatig voor dat de winkel (het vbo) zich over meerdere panden uitsmeert, vanwege doorgebroken tussenmuren. De BAG is ook online beschikbaar via de [BAG viewer](#).

⁹³ Met name de bovengrenzen beïnvloeden het gevonden gemiddelde en zijn in de loop der jaren qua validiteitsinstelling aangepast. In het begin heeft ECN samen met het CBS gezocht naar een rekenkundige methode om de laagste en hoogste acceptabele intensiteiten per bouwtype en labelklasse te vinden. Binnen Vivet heeft het CBS diverse statistische tools hier aan toegevoegd waarmee outliers (extremen) worden opgespoord en verwijderd, waarmee ook de filters zijn aangepast. Ook de sector (hier de detailhandel) is betrokken geweest bij het aangeven van acceptabele verbruiksgrenzen.

Tabel 113 Validatie bovengrenzen in m³/m² gas temperatuur gecorrigeerd

	Detailhandel foodspeciaalzaak gekoeld, bakker, vis, levensmiddelen overig, Horeca cafetaria warm, cafetaria koud/restaurant		Slager/poelier, Supermarkt		Detailhandel overig		Horeca cafe	
	Ondergrens	bovengrens	Ondergrens	bovengrens	Ondergrens	bovengrens	Ondergrens	bovengrens
Oppervlakte 50-100	10	1000	10	1500	5	400	10	600
Oppervlakte 100-250	10	850	10	1000	5	300	10	400
Oppervlakte 250-500	10	550	10	550	5	250	10	250
Oppervlakte 500-1000	10	450	10	450	5	200	10	200
Oppervlakte >1000	10	400	10	400	5	150	10	150

Tabel 114 Validatiegrenzen in kWh/m² elektriciteit

	Detailhandel (geen bakker/visspecialzaak, supermarkt)	Horeca café,cafetaria koud, supermarkt	Horeca cafeteria warm, restaurant, bakker, visspecialzaak
Oppervlakte 50-100	60	80	200
Oppervlakte 100-250	40	50	120
Oppervlakte 250-500	25	30	100
Oppervlakte 500-1000	20	25	80
Oppervlakte >1000	15	20	60

Ter vergelijking:

CFP vindt op basis van 661 winkels, voor de laagste- en hoogste tien verbruikers de volgende intensiteiten (Vons, 2019):

Tabel 115 De hoogste en laagste intensiteiten gevonden voor winkels in (Vons, 2019)

Somschrijving populatie		gas-intensiteit in m ³ /m ² gebruiksoppervlak		elek-intensiteit in kWh/m ² gebruiksoppervlak	
klein	<250m ²	1,0	112	15	1772
tussenin	>250m ²	0,4	110	2,0	750
slecht label (F,G)	FG	7,5	72	48	380
tussenin (D,E)	DE	1,8	61	19	662
goed label (ABC)	ABC	0,4	109	6,1	1772

Een voorzichtige uitspraak is dat de orde van grootte overeenkomt met de gestelde bovengrenzen binnen het analysebestand, maar dat voor een werkelijk goed vergelijk de winkeltypen binnen het CFP bestand bekend zouden moeten zijn.

Binnen het [dashboard](#) wordt aangegeven welke aanvullende keuzes zijn gemaakt. Samengevat behoren tot de gevalideerde populatie de winkels met:

- locaties van 1 winkeltype of met een dominante winkeltype (90% of meer uit van het totale winkelvloeroppervlakte), en
- valide winkelvloeroppervlakte-gebruiksoppervlakte verhouding, en
- 0 of 1 gasaansluiting en 1 elektriciteitsaansluiting, en
- valide kentallen naar gebruiksoppervlak.

- ❖ Voor ongeveer de helft van de winkels in de populatie kon een valide relatie tussen winkel, BAG object en gas en/of elektriciteitsaansluitingen worden gelegd.
- ❖ Op basis van steekproefsgewijs onderzoek blijkt dat bij > 90% van deze gevalideerde objecten de relatie tussen locatie-object-aansluitingen klopt.

B.4 Gas-, warmte- en elektriciteitslevering

B.4.1 Onderscheiden aansluitingstypen

Er wordt binnen de populatie een onderscheid gemaakt naar de volgende situaties:

- 1 Er is enkel een elektriciteitsaansluiting, per definitie een 'all-electric' situatie. Er is dus geen gasverbruik gevonden, en er is geen indicatie van een warmtelevering.
 - 2 Er is enkel een warmtelevering en een elektriciteitsaansluiting. Er is dus geen gasverbruik gevonden.
 - 3 Er is zowel een gas- als een elektriciteitsaansluiting; de meest gangbare situatie. Er zijn echter een aantal afwijkende situaties:
 - Het kan echter voorkomen dat het betreffende gebouw later is aangesloten op een warmtenetwerk, of dat er later besloten is het gebouw te verwarmen met een elektrische warmtepomp. In deze situaties kan het voorkomen dat er als bijstook toch een kleine hoeveel gasverbruik wordt gevonden. Het kan ook voorkomen dat er alleen gasverbruik overblijft voor de functies warmtapwaterbereiding en/of koken.
 - Het kan voorkomen dat er ondanks de gasaansluiting geen gasverbruik is geconstateerd. In de praktijk kan het voorkomen dat er eenvoudigweg geen warmtebehoefte is⁹⁴. Uit Tabel 113 volgt dan ook dat er geen ondergrens is voor de gasintensiteit.
 - Een andere reden dat er geen gasverbruik wordt gevonden kan zijn omdat in de winkel een airconditioning aanwezig is. Dit is in feite een lucht-lucht warmtepomp die koelt in de zomer, maar in de winter kan verwarmen. In principe is dit een all-electric situatie geworden.
- ❖ De tweede situatie wordt niet meegenomen tijdens de analyses omdat de hoeveelheid warmtelevering niet bekend is.

Het CBS kan dit onderscheid maken via een combinatie van de volgende strategie:

- Op postcodeniveau is vanuit de 'Stadsverwarmingpostcodelijst' bekend dat er stadsverwarming wordt geleverd.
- Voor ieder gebouw kan gekeken worden naar de aan/afwezigheid van een gas/elektriciteitsmeter, en is bekend of er gas/elektriciteit wordt geleverd vanuit de netwerkbedrijven.
- Voor de gelabelde voorraad is voorgaande op vbo-niveau bekend vanuit de invoer in de labeledatabase

⁹⁴ Een winkel als de Ikea heeft in de regel een relatief lage warmtebehoefte en juist relatief lang in het jaar een koudebehoefte; klandizie gaat gepaard met 'interne warmtelast'. Dit effect wordt sterker in een relatief warme winter, wat steeds vaker voorkomt. Een ander voorbeeld zijn de kleinere winkels die zich op straatniveau bevinden, omsloten door appartementen waar wel wordt gestookt.

B.4.2 Groot- versus kleinverbruikers

- De energieleveringen per aansluiting krijgt het CBS vanuit een centraal register van de netbeheerders. Er is een verschil tussen grootverbruik aansluitingen die continu bemeten worden en kleinverbruik aansluitingen. Voor kleinverbruiksaansluitingen krijgt het CBS gegevens over het standaardjaarverbruik. Het standaardjaarverbruik is gebaseerd op gemeten verbruiken maar gecorrigeerd voor klimaatomstandigheden en nog een aantal zaken. Wanneer er geen nieuwe meetdata zijn is het SJV niet geüpdatet. Het CBS rekent de SJV terug naar werkelijke verbruiken op basis van factoren per profielcategorie gekregen van de netbeheerders.
- Aanvullend geldt voor kleinverbruikers: bij slimme meters leest de energieleverancier op afstand de waarden uit. Dus in de meeste gevallen zullen ze de standen van 1 jan tot 1 jan kunnen gebruiken, maar door verhuizen, meterproblemen, etc. kan het wel eens anders zijn. In het SJV wordt dan omgerekend naar een standaard jaar; dus als de meterstanden van april tot mei lopen wordt een correctie toegepast zodat je een verbruik van 1 januari tot 1 januari krijgt.

B.4.3 Eigen opwekking en teruglevering van elektriciteit

- Grootverbruikaansluitingen: met continue bemetering wordt er nooit gesaldeerd; de teruglevering is dan apart vermeld en dus bekend in het analysebestand. Voor een deel van de populatie is bekend hoeveel PV vermogen is geïnstalleerd via de parameter 'Vermogen Zonnestroom'⁹⁵, waarmee het eigen opgewekte zonPV-kWh indicatief berekend kan worden.
- De meeste winkels hebben een kleinverbruiksaansluiting. In relatie tot PV-panelen en eigen duurzame opwekking is hier op het moment minder over bekend. Voor een onbekend deel van de kleinverbruikers met PV-panelen zal de levering door het netwerkbedrijf gesaldeerd zijn (de notatie op de rekening is afhankelijk van het netwerkbedrijf). De teruglevering zelf is niet bekend (in de toekomst wel). Voor een deel van de populatie is wel bekend dat er PV panelen liggen via een eigen geformeerde parameter 'zon2018'⁹⁶ (o.a. via de labeldatabase). Voor weer een subdeel hiervan is via de eerder genoemde parameter 'Vermogen Zonnestroom' ook bekend wat het PV-vermogen is dat op het dak ligt.

B.5 Verrijking bestand met additionele data

Het CBS analysebestand is verrijkt via een drietal externe databronnen; deze worden hieronder kort besproken. De data zijn geanonimiseerd beschikbaar gesteld voor analyses binnen dit project.

B.5.1 ISSO 75.3 en NTA 8800 energielabels

Het CBS heeft de RVO [energielabel database](#) standaard aan het aangeboden analysebestand gekoppeld (peildatum 31-12-2018). Deze zijn berekend met de

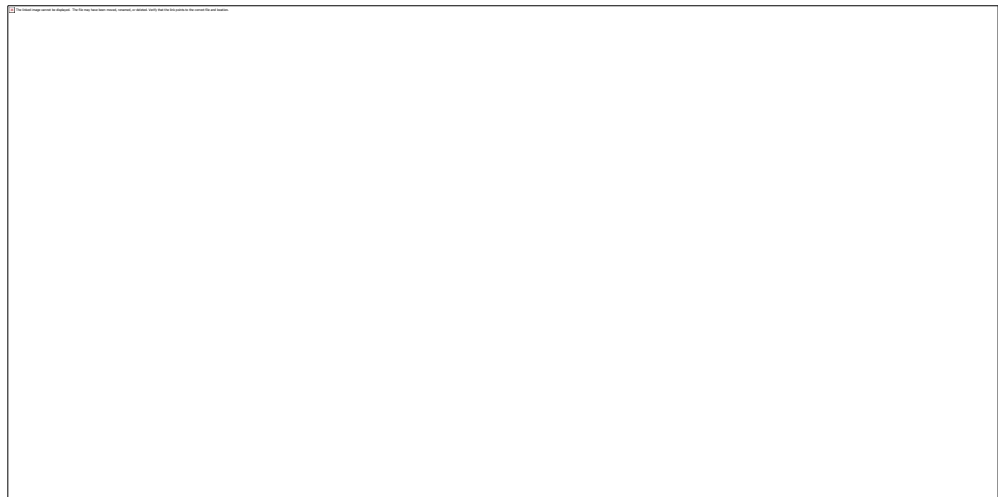
⁹⁵ 'Vermogen op basis van de statistiek zonnestroom die het CBS jaarlijks maakt op basis van Productie Installatie Register (PIR), Certiq, BTW gegevens. Leverancier: Netbeheerders, RVO, Belastingdienst ([bron](#)).

⁹⁶ Voor de grootverbruikers zal deze parameter overeenkomen met de populatie waarvan bekend is dat er teruggeleverd wordt, mits deze duurzame elektriciteit middels PV-panelen is opgewekt.

rekenkern van ISSO 75.3. Met de NTA 8800 is er echter een nieuwe rekenmethode ontwikkeld voor de bepaling van de energieprestatie van een gebouw. De NTA 8800 vervangt hiermee de tot nu toe toegepaste EPA-U en EPA-W. Dit heeft gevolgen voor het energielabel van gebouwen. INNAX Bouwkundig adviseurs heeft onderzocht hoe de klassenindeling van de energielabels voor woningen er uit kan komen te zien. W/E adviseurs heeft eenzelfde onderzoek uitgevoerd voor utiliteitsgebouwen ([bron](#)).

W/E heeft een *deel*⁹⁷ van de bestaande RVO energielabel database rekenkundig voorzien van het nieuwe label op basis van de NTA rekenmethodiek. Dit heeft plaatsgevonden middels de zogenaamde 'NTA inijkingstudie' (RVO, 2019). Het label dat hier uit voort is gekomen, is gekoppeld aan het CBS analysebestand. Zodoende is het NTA label beschikbaar als 'onafhankelijke variabele' om mee te nemen bij de analyses. Uiteindelijk zijn we het meest geïnteresseerd in het werkelijk energieverbruik van de koplopers; dus de utiliteitsgebouwen die in diverse omstandigheden een zeer goed NTA energielabel hebben. 'In diverse omstandigheden' wil zeggen: afhankelijk van de andere onafhankelijke variabelen zoals 'grootteklassen', 'wel/geen liften', etc.

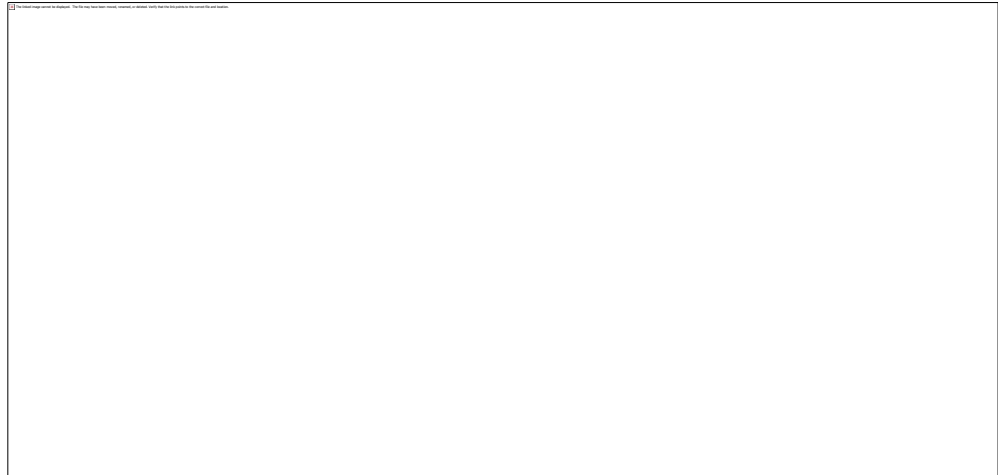
De NTA-gelabelde voorraad is dus een deelverzameling van de RVO labeldatabase, wat de analyse kan beïnvloeden. Naast een aantal technische redenen hiervoor (zoals ontbrekende of incomplete BAGid's) zijn binnen deze onderzoeksversie enkel de labels opgenomen die uit één gebruiksfunctie bestaan. In de geattesteerde NTA-software is deze beperking niet aanwezig. Figuur 129 toont dat er uiteindelijk ruim 21.000 NTA labels voor winkels aanwezig zijn (laatste staaf). Hiervan zal een deel koppelen met de gevalideerde winkels van het CBS. Uit (Nuiten, 2019) volgt dat de labelverdeling van deze deelverzameling nagenoeg gelijk is aan die van de complete labeldatabase, dus als representatief kan worden beschouwd.



Figuur 129 Meegenomen NTA labels voor winkels en de reden van uitval (Nuiten, 2019).

⁹⁷ Enkel de labels die met de basismethode zijn berekend en die uit één gebruiksfunctie bestaan zijn omgezet naar een NTA label. Tijdens het proces zijn individuele cases eruit gevallen doordat bijv. het oppervlak niet bleek te kloppen.

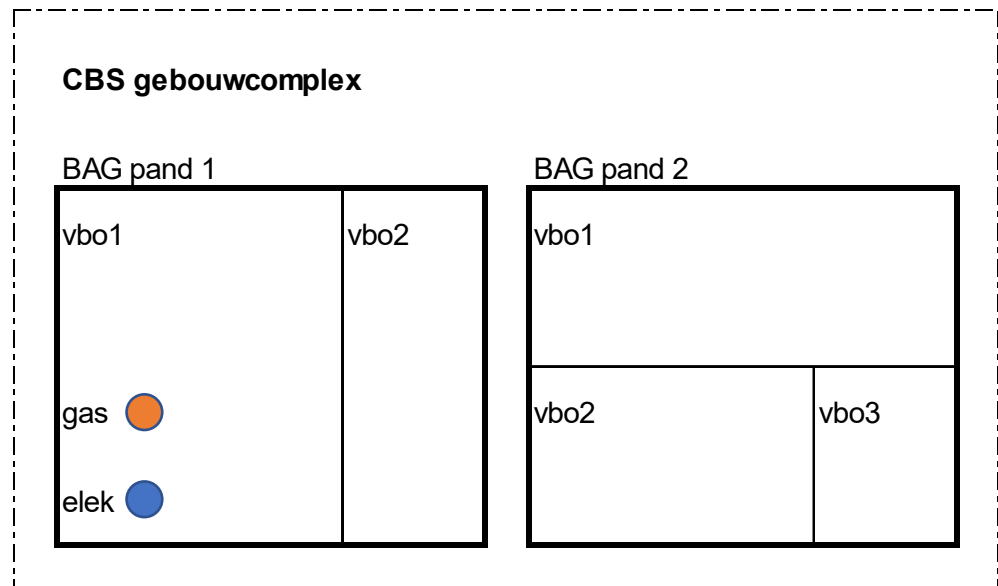
Uit (Nuiten, 2019) volgt verder dat 92% van de bestaande A-labels, via de NTA methodiek ook A-labels zullen blijven, zoals weergegeven met Figuur 130 in de eerste staaf (met de kleur dit hoort bij '0' in de legenda). Uit dezelfde figuur volgt ook dat aan de NTA A-labels 62% wordt toegevoegd vanuit de huidige B labels (+1) en 22% vanuit de C-labels (+2).



Figuur 130 Verschuiving van labels na NTA omzetting, winkels (Nuiten, 2019).

B.5.2 *Systeemgrenzen energielabels versus CBS-gebouwcomplexen*

Dit betreft de fysieke grenzen van gebouwen waarvoor een label wordt berekend, versus de fysieke grenzen van gebouwen waarvoor het werkelijk verbruik bekend is via het Vivet traject van het CBS, en dat als analysebestand wordt aangeboden.



Figuur 131 Visuele weergave van een de systeemgrenzen rondom een 'CBS gebouwcomplex'

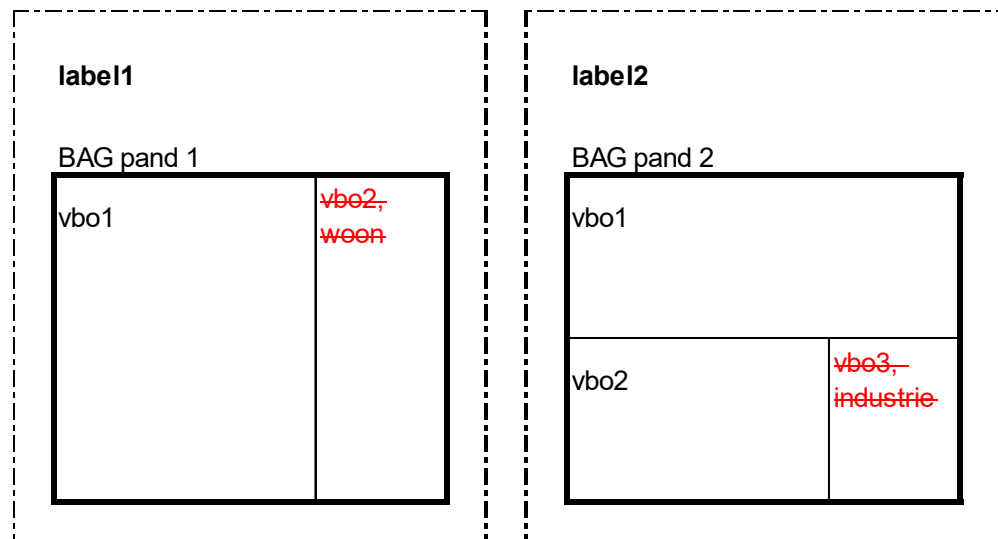
Het CBS heeft in de zoektocht naar fysieke gas- en elektriciteitsmeters en het bijbehorend oppervlakte zelf 'CBS-gebouwcomplexen' gedefinieerd. Zo'n complex kan één of meerdere vbo's bevatten, verdeeld over één of meerdere (doorgebroken) panden. Soms zelfs verdeeld over meerdere fysiek van elkaar

gescheiden panden, wanneer deze panden een gezamenlijke gasmeter hebben. Figuur 131 visualiseert dit. Overigens kan het nóg gekker; er komen zelfs situaties voor waarbij het CBS delen van twee fysiek gescheiden gebouwen heeft samengevoegd om tot een complex te komen; dit zijn echter uitzonderingen.

Hier houdt de labelmethodiek geen rekening mee; het CBS gebouwcomplex van Figuur 131 zou door de labelmethodiek als twee afzonderlijke situaties worden gezien, zoals weergegeven met Figuur 132. De fysieke gebouwgrenzen die tijdens een labelberekening worden meegenomen worden door hele andere factoren bepaald. In (ISSO, 2013) wordt deze complexe materie uiteengezet. Onder anderen de volgende factoren spelen een rol die door het CBS genegeerd worden:

- Of gebouwdelen wel/niet labelplichtig zijn ('industrie' is niet labelplichtig)
- Of een gebouwdeel de functie 'wonen' heeft; deze wordt niet meegenomen bij een Ubouw label, met een uitzondering voor zorg-wonen
- Waarde onroerende zaakbelasting
- Eigendomsverhouding

Bij het ene bouwtype zal deze discrepantie een grotere rol spelen dan bij het andere. Uitgedrukt in labelgebruiksfuncties, zullen vele gebouwen met een winkel- of bijeenkomstfunctie (cafés, restaurants, cafetaria's) een zelfstandige vbo betreffen met een eigen gas- en elektriciteitsmeters. Het CBS heeft voor deze categorieën sowieso enkel dergelijke 1-op-1 situaties meegenomen en de complexere situaties (zoals warenhuizen) buiten beschouwing gelaten. Hiermee valt overigens wel degelijk de helft van het aantal winkels af.



Figuur 132 Visuele weergave van een de systeemgrenzen die gelden voor de labelmethodiek.

Naarmate gebouwen groter zijn, neemt de kans op complexiteit toe bij het vaststellen van de fysieke grenzen. Dit geldt zowel voor de labelmethodiek, als voor de zoektocht van het CBS naar fysieke gas- en elektriciteitsmeters en corresponderende vierkante meters. Hiermee neemt ook de kans af dat de fysieke grenzen voor beiden benaderingen overeenkomen.

Besloten is om zowel de CBS-gebouwcomplexen als de labelcomplexen op vbo-niveau uit elkaar te trekken, en zodanig te koppelen in het analysebestand. Wanneer een gebouwcomplex vervolgens uit bijv. 5 BAG vbo's bestaat, zal deze ook 5 maal voorkomen. Naarmate een gebouwcomplex meerdere vbo's heeft, zal deze de analyse dus zwaarder beïnvloeden. Hier staat tegenover dat tijdens de analyses bleek dat het merendeel van de cases waarvoor geldt dat de systeemgrenzen overeenkomen en die meegaan met de analyse, slechts bestaan uit één pand met één vbo waar slechts één gebruiksfunctie aan hangt. Dit betekent dat de eindresultaten met name gestoeld zijn op de minder complexe situaties waarbij een label is afgegeven voor een enkel vboID.

Eén pand met één vbo

Bij de kantorenanalyse is gebleken dat, zelfs wanneer er sprake is van slechts één pand met één vbo, het oppervlak volgens de labelmethodiek toch nog kan afwijken van het in de BAG vermelde oppervlak. Het oppervlak vermeld in de labelmethodiek kan lager liggen omdat binnen het vbo bijv.:

- toch nog sprake is van twee verschillende labelplichtige functies, bijv. een basisschool gecombineerd met kinderopvang, beiden met dezelfde zelfstandige toegang vanaf de openbare weg,
- ruimte is ingericht voor een eigen server, of voor laboratoria (industriefunctie).

Het oppervlak kan binnen de labelmethodiek groter liggen, wanneer een pand vlak voor de labelopname is vergroot/uitgebreid, terwijl deze aanpassing nog niet in de BAG is verwerkt. Natuurlijk kan er in beide situaties ook sprake zijn van een foutieve invoer in de BAG of in de labelmethodiek.

B.5.3 *eLoket EML data*

Bedrijven en instellingen die meer dan 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m³ gas per jaar verbruiken, zijn verplicht om aan te geven welke energiebesparende maatregelen zij hebben genomen. Deze 'informatieplicht energiebesparing' is onderdeel van het Activiteitenbesluit milieubeheer. Deze wet bestaat al sinds 1993, maar is sinds 2019 aangepast. Het rapporteren vindt plaats via een digitaal systeem; het zogenaamde 'eLoket' ([RVO informatie](#)).

De 'Erkende Maatregelenlijst (EML) energiebesparing' is uitgangspunt voor het rapporteren in eLoket. Een EML-lijst is 'bedrijfstak' gerelateerd, er is bijv. een EML-lijst 'Detailhandel'. De EML zijn wettelijk vastgelegd in [bijlage 10](#) van de Activiteitenregeling milieubeheer. In de lijst, in de praktijk een pdf-document, staat bij de introductie welke SBI-codes van toepassing zijn. Hetgeen binnen een lijst valt is relatief eenvoudig te matchen met de gebouwcategorieën binnen dit Benchmark project en met de VIVET sector-indeling.

Voor 19 bedrijfstakken zijn zodoende lijsten opgesteld met maatregelen. Van deze bedrijfstakken vallen er 11 binnen de dienstensector; de rest maakt onderdeel uit van de industrie. De maatregelen hebben een terugverdientijd van 5 jaar of minder. Tijdens het invulproces binnen eLoket, geeft een bedrijf/inrichting eerst aan welke 'activiteiten' van toepassing zijn:

- een activiteit 'G' is gebouwgebonden, bijv. 'isoleren van de gebouwschil' of 'koelen van de ruimte'.

- een activiteit 'F' is gerelateerd aan een 'faciliteit', bijv. 'In werking hebben van een stookinstallatie (emissies naar de lucht)' of 'In werking hebben van een liftinstallatie'.
- bij activiteit 'P' hoort een '(industriële) proces', bijv. 'Verwarmen van producten en/of procesbaden'.

Wanneer een activiteit van toepassing is, volgen de erkende maatregelen waarvoor het bedrijf moet aangeven of ze van toepassing of wel/niet genomen zijn, of dat een alternatieve maatregel is uitgevoerd. Een legitieme reden om de maatregel (nog) niet te nemen is:

- Het kan zijn dat niet voldaan wordt aan randvoorwaarden van de erkende maatregel.
- Het kan zijn dat het natuurlijk moment nog niet is aangebroken.
- Het kan zijn dat de Ausgangssituatie van de erkende maatregel niet van toepassing is.

Voor dit project is per EML-lijst geïdentificeerd welke activiteiten mogelijk het energieverbruik significant beïnvloeden, waarmee ze onafhankelijke variabelen vormen ter verder analyse. Tabel 116 toont de uitkomst van deze exercitie voor de meeste EML lijsten binnen de Dienstensector.

Noot: we hadden ook de maatregelen die hier vervolgens achter zitten en wel/niet genomen zijn kunnen meenemen ter analyse. Bijv. of het wel/niet afdekken van koelmeubelen het elektriciteitsverbruik significant beïnvloedt. Hiermee wordt ook een soort van besparingskental berekend dat gepaard gaat met het nemen van één of gegroepeerde erkende maatregelen. Deze uitbreiding valt echter buiten de huidige scope van dit project maar zien we wel als een interessante aanbeveling.

Energie-intensief proces?	Omschrijving activiteit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		12.3 Gezondheids- en welzijnszorginstellingen	12.4 Kantoren	12.5 Onderwijsinstellingen	12.6 Commerciële datacenters	12.11 Sport en recreatie	12.12 Hotels en restaurants	12.19 Detailhandel	12.18 Bedrijfszaken	12.2 Autoschadeherstelbedrijven	12.10 Mobiliteitsbranche
1	In werking hebben van een koelinstallatie	x							x		
2	In werking hebben van productkoeling	x	x	x		x	x	x	x		
3	Bereiden van voedingsmiddelen (verhitten)	x	x	x							
4	In werking hebben van een grootkeuken					x	x	x			
5	In werking hebben van een liftinstallatie	x	x	x			x	x			
6	In werking hebben van een roltrapsysteem	x	x			x		x			
7	In werking hebben van een serverruimte	x	x	x	x						
8	In werking hebben van een zwembassin	x				x					
9	Gebruiken van een spuitcabine									x	x
10	Verwarmen van producten en/of procesbaden								x		

Tabel 116 EML activiteiten die mogelijk het energieverbruik significant beïnvloeden

B.5.4 Koopzondagen

Via koopzondagen.net is een inventarisatie gemaakt van welke gemeenten/plaatsen koopzondagen toelaten; Figuur 133 toont als voorbeeld de informatie die gegeven wordt voor gemeenten/plaatsen in Friesland.

Friesland		
★ Leeuwarden	▶ Binnenstad Leeuwarden	✉
	▶ Winkelpark De Centrale	✉
★ Scharsterland	▶ De Fryske Marren (De Friese Meren)	✉
	Elke zondag is de de Jumbo in Joure geopend van 12 tot 18 uur.	
★ Sudwest-Fryslan	▶ Sneek kent een algemene koopzondag op elke eerste zondag van de maand. In december zijn de meeste winkels in het centrum elke zondag geopend. Daarnaast zijn veel supermarkten het gehele jaar door op zondag geopend.	✉
	▶ Holle Poarte Makkum, It Soal Workum, De Kuilart Koudum, De Potten Sneek, supermarkten in bijna alle steden en dorpen en winkels op jachthavens zijn vrijwel alle zondagen geopend.	✉
★ Vlieland	▶ op grond van de winkeltijdenverordening Vlieland mogen de winkels op Vlieland gedurende het gehele jaar op zondag geopend zijn van 10.00 tot 18.00 uur. Met uitzondering van 1e paasdag, 1e pinksterdag en 1e kerstdag.	✉

Figuur 133 Voorbeeld gegeven informatie rondom koopzondagen en de provincie Friesland, printscreen van (koopzondagen.net)

Deze informatie is op postcode-6 niveau gekoppeld aan het analysebestand. Alle winkels binnen hetzelfde postcodegebied zullen zodoende dezelfde koopavond-informatie krijgen, terwijl in de praktijk niet bekend is welke individuele winkels daadwerkelijk de deuren openen op zondag.

De website gaat op zich een stap verser qua informatieverstrekking (zie Figuur 133). Soms is ook bekend binnen welke buurten het gemeentebestuur geldt; en/of welke exacte winkels het betreft en/of dat het om een paar zondagen per jaar gaat, of om elke zondag. Deze informatie is nu niet meegenomen. Getracht is het volgende onderscheid te maken:

- 1 Koopzondagen zijn toegestaan binnen **het gehele genoemde regionale gebied** (gemeente of woonplaats),
 - 1.1 en geldt voor **alle winkeltypen**
 - 1.2 en geldt in ieder geval **voor de supermarkten**; voor andere winkeltypen is dit zonder aanvullend onderzoek niet zeker. Voorbeeld: soms worden bijv. naast supermarkten enkel de bouwmarkten aan de rand van de woonplaats genoemd.
- 2 Koopzondagen zijn toegestaan binnen **een deel van het genoemde regionale gebied**
 - 2.1 Idem als boven 1.1
 - 2.2 Idem als boven 1.2.

C Relatie analysebestand retail-typen en Locatus branches

Deze bijlage toont de relatie tussen de retailvastgoed-typen die in het CBS analysebestand beschikbaar zijn en de branches die door [Locatus.nl](https://locatus.nl) worden onderscheiden. De laatste code die steeds volgt, verwijst naar de [SBI indeling](#).

C.1 Onderscheid in relatie tot de winkelfunctie van Hoofdstuk 3

111 Detailhandel consumenten elektronica:

- a. Software/games (locatus 35.120.180), computers (locatus 37.150.130) (sbi 2008 versie 20184741)
- b. Elektronica (35.110.165), naaimachines (35.110.375), radio en tv (37.150.117), huishoudelijke onderdelen (37.150.231), witgoed (37.150.639), electro (137.150.642) (4743 en 4754)
- c. Foto/film (35.110.189) (47781)
- d. Telecom (37.150.537) (4742)

112 Detailhandel educatie & vrije tijd

- a. Boekhandel (35.120.090), striphandel (35.120.091) (4761)
- b. Beeld/geluid (35.120.129) (4763)
- c. Kantoorartikelen (35.120.276), boek en kantoor (35.120.750), inktvullers (35.120.760), poster/kaart 35.120.411
- d. Muziekinstrumenten (35.110.372) (47594)
- e. Speelgoed (35.100.486), modelbouw (35.100.487) (4765)
- f. Tabak/lectuur (11.010.522), tabakspeciaalzaak (11.010.555) (4726)
- g. Fietsen (37.160.177), scooters/brommers (37.160.178) (47641)
- h. 2eh boeken (38.200.033) (47793)

113 Detailhandel huis en tuin

- a. Bloem/plant (37.130.087), tuinartikelen (37.130.555) (47761)
- b. Bouwmarkt (37.170.096), bouw materiaal (37.170.099), deur/kozijn (37.170.102), breedpakket (37.170.108) (47528)
- c. aquariums (37.130.027), dibevo (37.130.147) (47763)
- d. hout (37.170.237) (47523)
- e. glas/aardewerk (22.070.207) (47595), huishoudelijke artikelen (22.070.240), cadeau artikelen (22.070.264), kookwinkel (22.070.288) (47596), antiek (22.080.021) (47791), kunsthandel (22.080.312) (47783)
- f. ijzerwaren en gereedschap (37.170.249) (7521)
- g. tuincentrum (37.130.558) (47762)
- h. verf/behang (37.170.576) (47552)
- i. feestartikel (38.200.174), souvenirs (38.200.610), munten/postzegels (35.110.366), erotica (38.200.468), odd shops (38.200.905), haarden/kachels (38.200.910), natuursteen (38.200.920), non food overig (38.200.950) (47789)

114 Detailhandel Kleding, schoen en sport

- a. huishoudelijk linnen (22.070.243), handvaardigheid (35.110.227), wol/handwerk (35.110.228), stoffen (35.110.510) (4751)
- b. kindermode (22.040.258) (47715, 47714)
- c. beenmode (22.040.072), lingerie (22.040.330) (47716)
- d. Dames en heren mode (22.040.138), modewarenhuizen (22.040.546), leermode (22.040.324), sportkleding (22.040.495) (47713)
- e. Damesmode (22.040.135), bont (22.040.093), bruidskleding (22.040.114) (47712)
- f. Herenmode (22.040.216) (47711)
- g. Lederwaren (22.050.321) (47722)
- h. Modeaccessoires (22.040.360) (47717)
- i. Schoenen (22.050.453) (47721)
- j. Buitensport (35.100.125), ruitersport (35.100.444), sportzaak (35.100.492), hengelsport (35.100.591), watersport (35.100.627), sport speciaalzaken (35.100.950) (57642, 47643, 47644)
- k. Textielsupermarkten (22.040.543) (47718)
- l. Zeh kleding (38.200.013) (47792)

115 Detailhandel persoonlijke verzorging

- a. drogist (11.020.156), persoonlijke verzorging overig (11.020.950), haarproducten (11.020.395) (47741)
- b. juwelier (22.060.252), uurwerken (22.060.570) (4777)
- c. optiek (22.060.770) (47782)
- d. parfumerie (11.020.393) (4775)
- e. apotheek (11.020.02) (4773),
- f. paramedisch (38.200.225), hoortoestel (38.200.226) (47742)

116 Detailhandel warenhuizen

- a. warenhuizen (22.030.618) (47191)

117 Detailhandel woninginrichting

- a. woondecoratie (37.180.651), zonwering (37.180.663), woonwarenhuis (37.180.350), woninginrichting (37.180.645) (47593)
- b. keukens/badkamers (37.180.440), badkamers (37.180.447), keukens (37.180.291) (47525), sanitairmateriaal (37.170.280), sauna/zwembad (37.170.100) (47527)
- c. parket/laminaat (37.180.630) (47526), tegels (37.180.635) (47524)
- d. meubelen (37.180.348), tuinmeubelen (37.130.559), babywoonwinkel (37.180.054) (47591)
- e. slaapkamer/bed (37.180.066) (47591)
- f. verlichting (37.180.579) (47592)
- g. oosterse tapijten (37.180.381), woningtextiel (37.180.648) (4753)
- h. Zeh diversen (38.200.003), legerdump (38.200.154), partijgoed (38.200.153), new age (38.200.433), (47793)

121 Detailhandel foodspeciaalzaken bakker (hoog gas verbruik)

- a. bakker (11.010.111)

122 Detailhandel foodspeciaalzaken vis (hoog gas verbruik)

- a. Vis (11.010.588) (4723)

123 Detailhandel foodspeciaalzaken slager/poelier (hoog elektriciteitsverbruik)

- a. Poelier (11.010.399) (47222)
- b. Slagerij (11.010.471) (47221)

124 Detailhandel foodspeciaalzaken koeling (middelmatig elektriciteitsverbruik)

- a. groente/fruit (11.010.012) (4721)
- b. kaas (11.010.261) (47291)
- c. delicatessen (11.010.141)
- d. winkels in diepvriesartikelen (11.010.005)

125 Detailhandel foodspeciaalzaken overig (laag elektriciteitsverbruik)

- a. Slijter (11.010.477), wijnwinkel (11.010.480) (4725)
- b. Chocola (11.010.132), zoetwaren (11.010.657) (47242)
- c. koffie/thee (11.010.137),,, noten (11.010.378), levensmiddelen overig (11.010.950), smartshop (38.200.450), growshop (38.200.451), coffeeshop (59.210.133) (47299)
- d. vlaaien (11.010.112)

131 Detailhandel levensmiddelen supermarkt (hoog elektriciteitsverbruik)

- a. supermarkt (11.010.519)

132 Detailhandel levensmiddelen overig

- a. reform (11.010.423) (47292)
- b. buitenlandse levensmiddelen, toko (11.010.123) (47293)
- c. minisuper (11.010.309), nachtwinkel (11.010.350) (4711)
- d. **tankshop** (45.205.529) (47.30).

C.2 Onderscheid in relatie tot de bijeenkomstfunctie van Hoofdstuk 4**Tot Horeca, cafés behoren:**

59.210.123 Café
59.210.127 Koffiehuis
59.210.150 Discotheek
59.210.465 Partycentrum

Tot horeca, cafetaria warm behoren:

59.210.171 Fastfood
59.210.180 Bezorg/halen
59.210.215 Grillroom/Shoarma
59.210.333 Lunchroom

Tot horeca, cafetaria koud behoren:

59.210.246 IJssalon
38.200.140 Automatiek
59.210.950 Horeca overig

Tot Horeca, restaurants behoren

59.210.430 Café-Restaurant

59.210.434 Restaurant

59.210.392 Pannenkoeken

Exclusief: 59.210.235 Hotel-restaurant

D Gemiddeld werkelijk verbruik winkels met labelklasse A4+ en de kans op een gelijkwaardig alternatief op basis van werkelijk verbruik

Voor de 98 mogelijke winkeltypen/grootteklassen-combinaties is in deze bijlage weergegeven welk gemiddeld werkelijk verbruik een winkel in NTA labelklasse A4+ heeft. Dit is de labelklasse die start met voorgestelde BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m² en gerelateerd aan paragraaf 3.5. In het tweede deel van de tabel wordt aangegeven hoe groot de kans op een reële norm op basis van 'werkelijk verbruik' is. Dit is gerelateerd aan paragraaf 3.6.2.3, Toelichting op de kolommen:

- Kolom 1 geeft het winkeltype
- Kolom 2 geeft de grootteklasse
- Kolom 3 toont de populatiegrootte voor deze winkeltype/grootteklasse-combinatie na toevoegen van A_plusjes vanuit de detailmethode (paragraaf 3.3)
- Kolom 4 toont dezelfde populatiegrootte na imputatie (Bijlage A.4)
- Kolom 5 geeft het gemiddeld werkelijk verbruik van deze populatie in kWh/m². Noot dat wanneer de populatiegrote relatief klein is, dit verbruik niet representatief hoeft te zijn voor alle winkels binnen deze winkeltype/grootteklasse-combinatie.
- Kolom 6 toont de gerelateerde procentuele standaarddeviatie (zie Bijlage A.2.3)
- Kolom 7 geeft de correlatie tussen het werkelijk verbruik en BENG2, in de vorm van de determinatiecoëfficiënt R^2 (zie Bijlage A.3.1).
- Kolom 8 geeft het gemiddeld werkelijk verbruik voor NTA labelklasse A4+ binnen deze winkeltype/grootteklasse-combinatie, bepaald met de MLRA (zie Bijlage A.3.2) van paragraaf 3.5. Hier ligt het startpunt voor de BENG2 Eindnorm van 60 kWh/m²
- De kolommen onder [9] geven aan hoe groot de kans is dat een winkel met dit verbruik binnen een bepaalde NTA labelklasse valt; bepaald met de normalcdf functie. De weergegeven kans werk cumulatief; het percentage bij label C geeft dus aan hoe groot de kans is dat de betreffende winkel ergens binnen labels A5+ t/m C valt. Bij label G hebben allen dan ook de 100% bereikt.

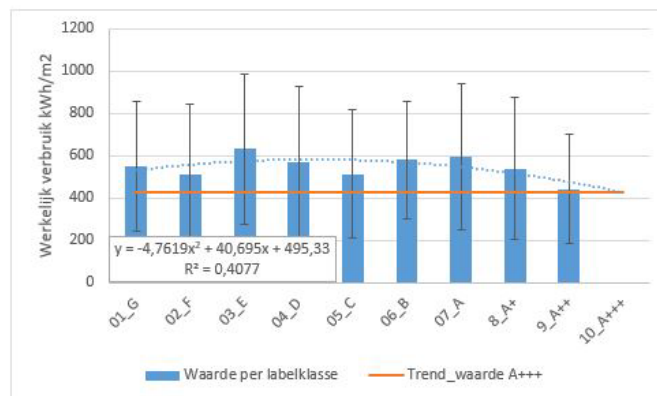
Noot: niet alle cellen zijn gevuld vanwege CBS privacyregels.

E Achterliggende data paragraaf 4.8, de bijeenkomstfunctie

Onderstaande tabellen en figuren tonen de achterliggende data voor de analyse naar labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype. Dit zijn achtergrondtabellen die horen bij de resultaten van Tabel 31 in paragraaf 4.8.

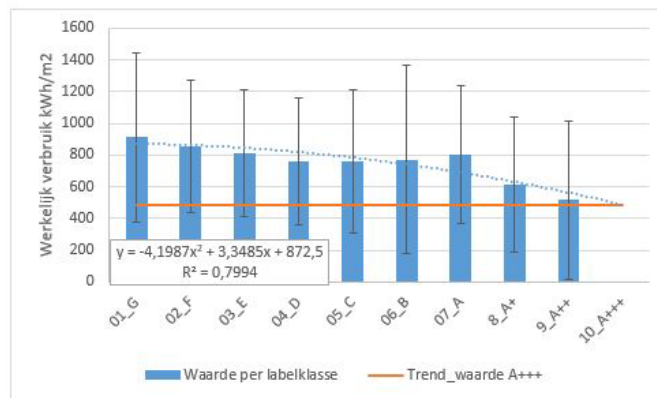
Tabel 117 Resultaten voor labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype, achtergronddata behorende bij de situatie met de meeste cases in Tabel 31; tweede positie.

Positie: tweede									
Bijeenkomsttype: 2_cafeteria									
Grootteklasse: 02_100-250									
Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand	
01_G	33	552	443	660	306	55%	132	10	
02_F	9	512	254	769	335	65%	142	5	
03_E	26	631	489	774	353	56%	131	14	
04_D	34	568	441	694	362	64%	140	10	
05_C	30	514	400	628	304	59%	136	15	
06_B	25	579	465	694	277	48%	148	19	
07_A	33	595	473	718	346	58%	138	17	
8_A+	52	538	445	632	336	62%	147	19	
9_A++	15	443	299	587	260	59%	152	41	
10_A+++	2								
11_A++++									
totaal	259	554	514	593	323	58%	141	16	



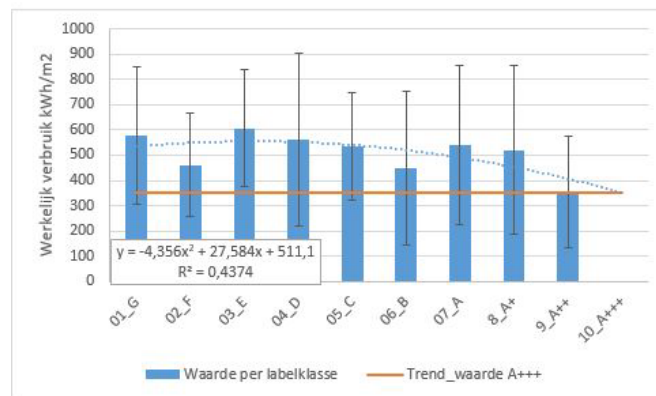
Tabel 118 Resultaten voor labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype, achtergronddata behorende bij de situatie met de meeste cases in Tabel 31; derde positie.

Positie: derde										
Bijeenkomsttype: 2_cafeteria										
Grootteklasse: 01_50-100										
Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²			95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand	
01_G	50	913	5% BI	761	1065	534	59%	71	4	
02_F	17	857		642	1071	417	49%	79	8	
03_E	23	812		638	987	403	50%	78	13	
04_D	24	759		589	930	403	53%	83	10	
05_C	18	758		533	984	453	60%	79	9	
06_B	21	771		500	1042	595	77%	72	11	
07_A	21	806		608	1004	436	54%	80	9	
8_A+	22	615		427	803	425	69%	84	32	
9_A++	5	515		-109	1138	503	98%	78	48	
10_A+++										
11_A++++										
totaal	202	795		729	861	474	60%	77	12	



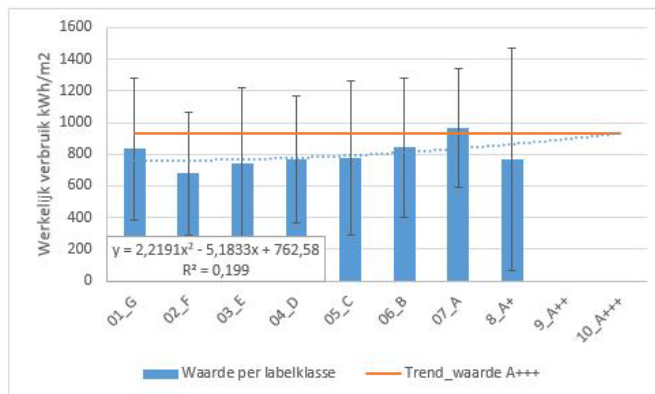
Tabel 119 Resultaten voor labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype, achtergronddata behorende bij de situatie met de meeste cases in Tabel 31; vierde positie.

Positie: vierde											
Bijeenkomsttype: 3 restaurant											
Grootteklasse: 03 250-500											
Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2 Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand			
01_G	17	577	437	717	273	47%	332	1			
02_F	11	461	323	599	205	44%	315	4			
03_E	13	606	467	745	230	38%	365	7			
04_D	10	561	316	805	342	61%	339	14			
05_C	16	532	419	645	212	40%	328	1			
06_B	8	448	193	703	305	68%	368	6			
07_A	19	540	389	691	313	58%	336	9			
8_A+	21	521	368	673	335	64%	335	23			
9_A++	12	354	213	495	222	63%	397	14			
10_A+++	3										
11_A++++											
totaal	130	515	467	563	278	54%	343	10			



Tabel 120 Resultaten voor labelklassen binnen grootteklassen per bijeenkomsttype, achtergronddata behorende bij de situatie met de meeste cases in Tabel 31; vijfde positie.

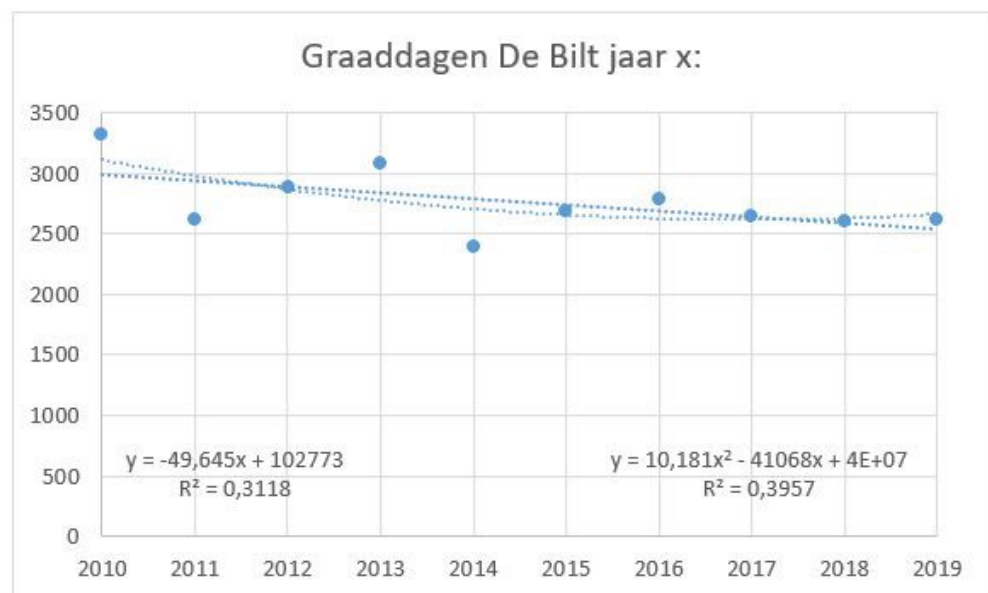
Positie: vijfde									
Bijeenkomsttype: 3 restaurant									
Grootteklasse: 01_50-100									
Labelklasse	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ² Ag	gemiddeld aantal vbo's in pand	
01_G	25	834	649	1018	447	54%	75	5	
02_F	12	678	431	925	388	57%	81	7	
03_E	10	746	404	1087	478	64%	84	5	
04_D	19	766	572	960	403	53%	80	5	
05_C	19	774	540	1008	486	63%	74	29	
06_B	10	841	525	1156	441	52%	88	13	
07_A	7	964	615	1312	377	39%	90	3	
8_A+	11	765	293	1237	703	92%	79	18	
9_A++	3								
10_A+++									
11_A++++									
totaal	116	793	709	877	457	58%	80	11	



F Graaddagen-gecorrigeerde figuren en tabellen als aanvulling op paragraaf 6.9.1, de zorgsector

F.1 Graaddagen correcties toegelicht (algemeen geldend voor ieder hoofdstuk)

Wel of niet corrigeren voor graaddagen heeft relatief veel effect op de gerealiseerde gasbesparing over de periode 2010-2019. De reden is dat het aantal graaddagen relatief gezien over deze periode is afgenomen (ten opzichte van het in dit onderzoek gekozen referentiejaar 2018), zie Figuur 134. Dit betekent dat het binnen deze periode trendmatig gezien warmer is geworden. Dit warmer worden gaat gepaard met een structurele lagere warmtevraag. Door hiervoor te corrigeren, wordt de gerealiseerde reductie van het gasverbruik door energiebesparende maatregelen lager. Met deze reden zullen de (gas-)besparingspercentages lager liggen dan vermeld in de equivalente paragrafen.



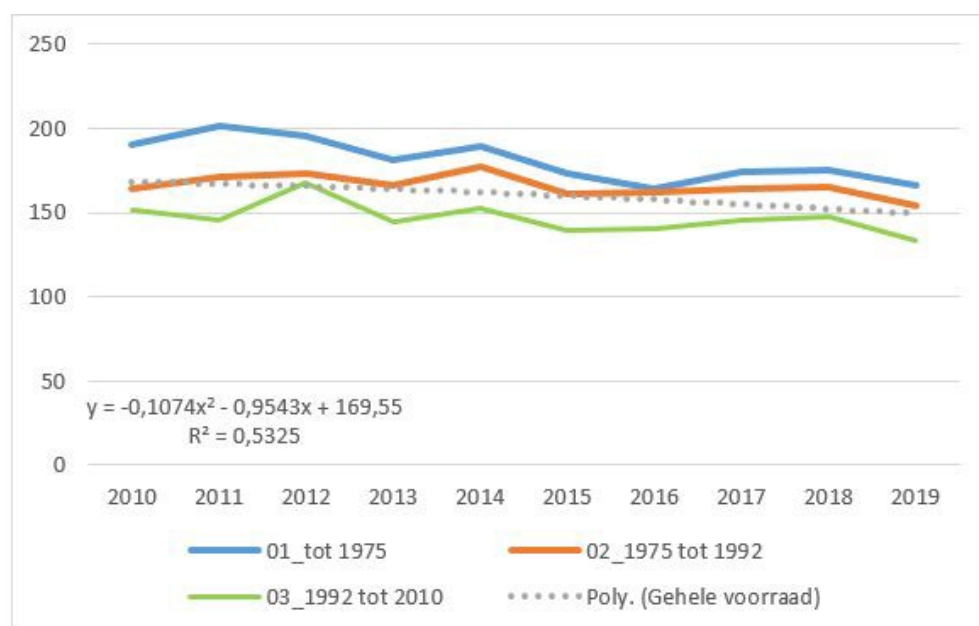
Figuur 134 De ontwikkeling van het aantal graaddagen over de periode 2010-2019 (De Bilt).

De graaddagen zijn afkomstig van (KWA, 2020) en betreffen de jaarlijkse ongewogen graaddagen voor de Bilt. Deze zijn ingevuld in Tabel 121 onder 'Graaddagen De Bilt jaar x'. Door het aantal graaddagen in zichtjaar 2018 te delen door deze waarde, vinden we de in de onderste rij weergegeven correctiefactor. Het verbruik in zichtjaar x wordt hiermee vermenigvuldigd, waarmee dit verbruik naar zichtjaar 2018 is gecorrigeerd. Alle zichtjaren vertonen nu een verbruik 'alsof het net zo warm was als in zichtjaar 2018'. Met de eerdere uitleg bij Figuur 134 is het logisch dat de correctiefactor meestal onder de waarde 1 ligt. De waarde 94% linksboven in de tabel geeft aan welk aandeel van het gasverbruik ingezet wordt voor ruimteverwarming en daarom op deze wijze wordt gecorrigeerd. Dit aandeel is afhankelijk van het gebouwtype en overgenomen van (Meijer & Verweij, 2009); zie ook voetnoot 61. De hier vermelde waarde van 94% is overigens gebruikt in het onderwijshoofdstuk.

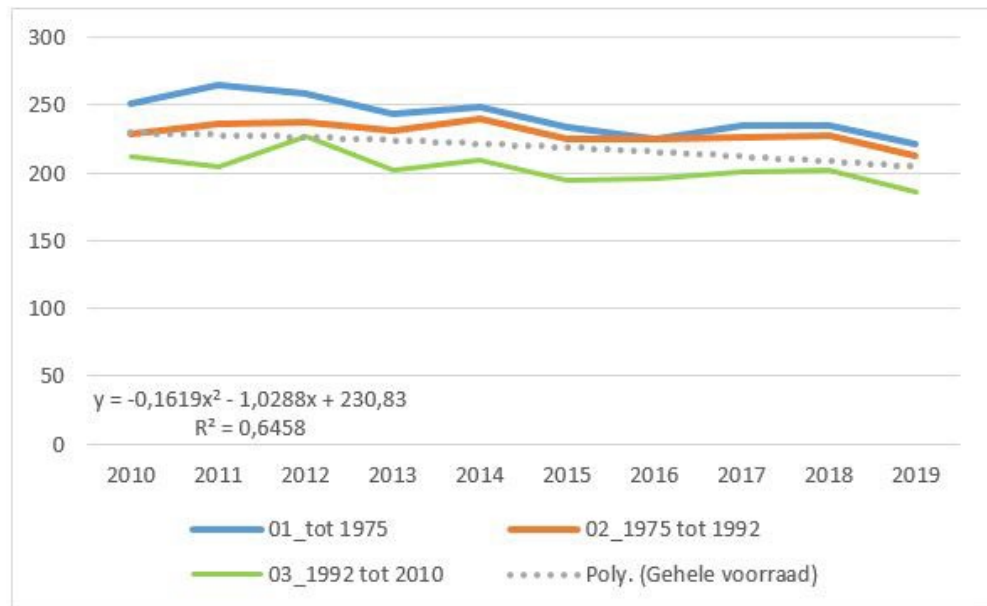
Tabel 121 Ongewogen graaddagen volgens (KWA, 2020) en de hieruit voortkomende correctiefactor waarmee het verbruik in zichtjaar x wordt gerelateerd aan zichtjaar 2018.

Deel corrigeren:	94%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Graaddagen De Bilt jaar x:		3320,6	2622,4	2878,8	3077,7	2385,0	2685,5	2784,5	2647,1	2604,4	2617,5
Graaddagen De Bilt jaar 2018		2604,4	2604,4	2604,4	2604,4	2604,4	2604,4	2604,4	2604,4	2604,4	2604,4
Quotient naar 2018		0,78	0,99	0,90	0,85	1,09	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99

F.2 Aanvulling op paragraaf 6.9.1.1; equivalent graaddagen-gecorrigeerde resultaten naar bouwjaarklassen



Figuur 135 Historisch ontwikkeling gemiddeld, graaddagen-gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (kWh/m^2) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar drie bouwjaarklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie (equivalent Figuur 57).

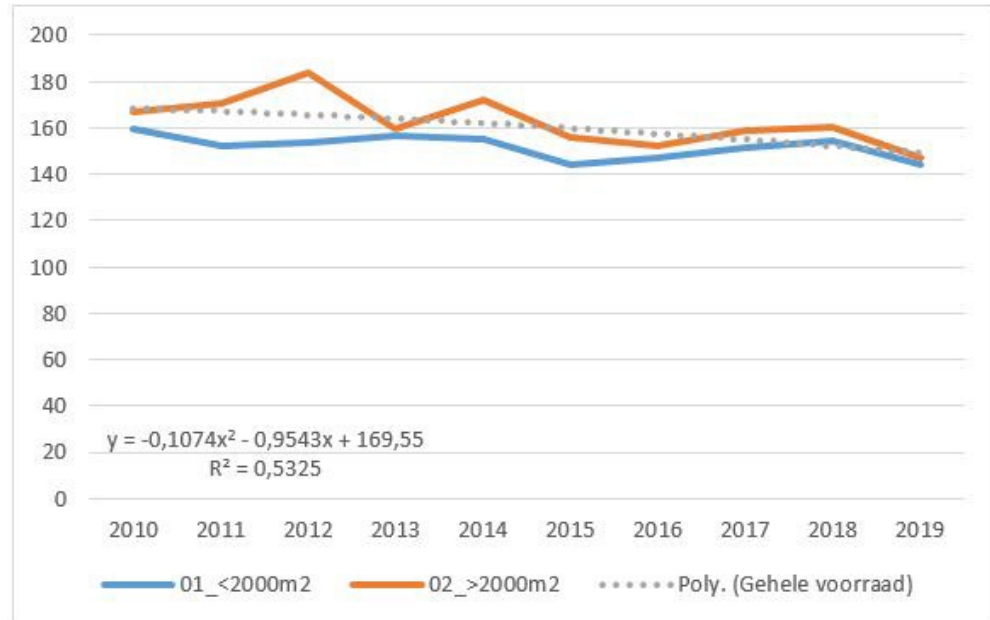


Figuur 136 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal gecorrigeerd werkelijk energiegebruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar drie bouwjaarklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie (equivalent Figuur 59).

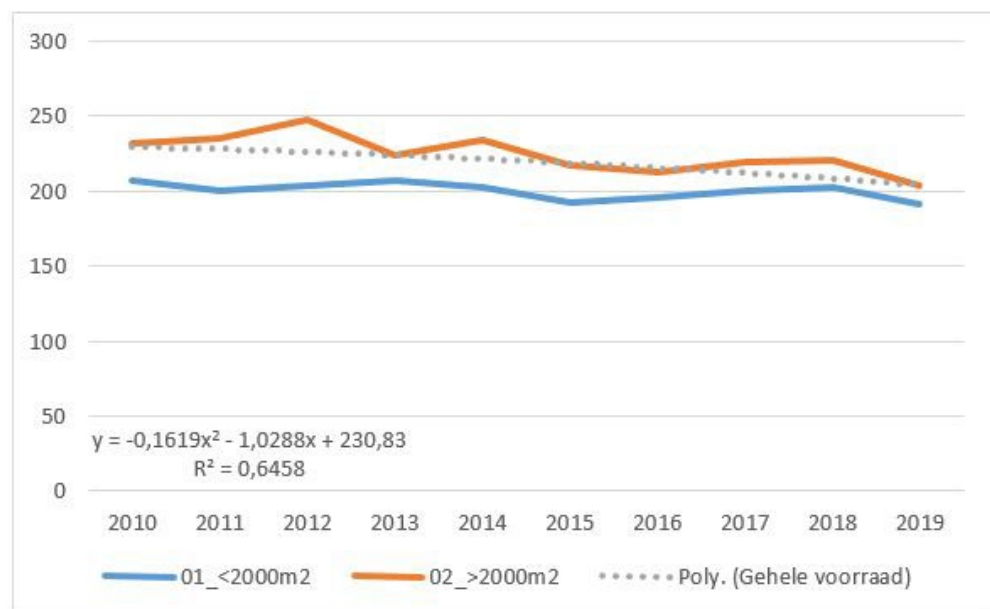
Tabel 122 Trendmatige procentuele afname van het totaal verbruik over de periode 2010-2019, wanneer uitgegaan wordt van een graaddagen-gecorrigeerd gasverbruik (equivalent Tabel 52)

Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_tot 1975	2.976	-16%	-8%	-14%
02_1975 tot 1992	2.011	-7%	-7%	-7%
03_1992 tot 2010	5.610	-10%	-12%	-11%
Alles	10.597	-11%	-10%	-11%

F.3 Aanvulling op paragraaf 6.9.1.2; equivalent graaddagen-gecorrigeerde resultaten naar grootteklassen



Figuur 137 Historisch ontwikkeling gemiddeld, graaddagen-gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie (equivalent Figuur 60).



Figuur 138 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal gecorrigeerd werkelijk energiegebruik (kWh/m²) zorgcomplexen. Er wordt een onderscheid gemaakt naar twee grootteklassen. De grijze gestippelde lijn is het trendmatig gemiddelde voor de gehele analysepopulatie (equivalent Figuur 62).

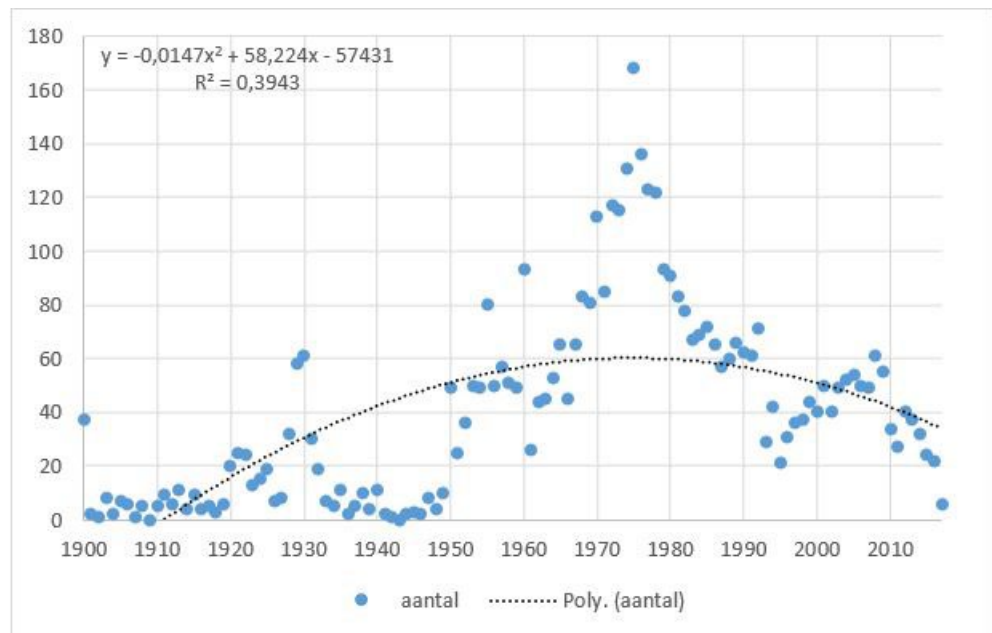
Tabel 123 Trendmatige procentuele afname van het totaal verbruik over de periode 2010-2019, wanneer uitgegaan wordt van een graaddagen-gecorrigeerd gasverbruik (equivalent Tabel 53)

Bouwjaarklasse	aantal	% minder in 2019 tov 2010 (trendmatig)		
		gasverbruik	elektriciteitsverbruik	totaal energiegebruik
01_<2000m2	2.531	-6%	-2%	-5%
02_>2000m2	8.066	-14%	-27%	-18%
Alles	10.597	-23%	-10%	-11%

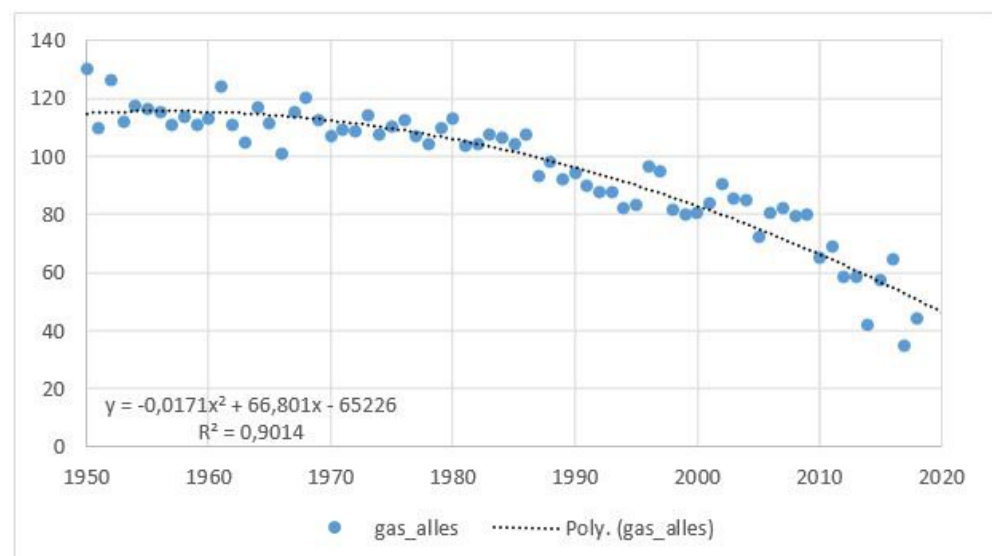
G Aanvullende tabellen voor paragraaf 8.9, de onderwijssector

In deze bijlage worden dezelfde figuren en tabellen als in paragraaf 8.9.2.1 getoond, maar dan enkel voor het basisonderwijs.

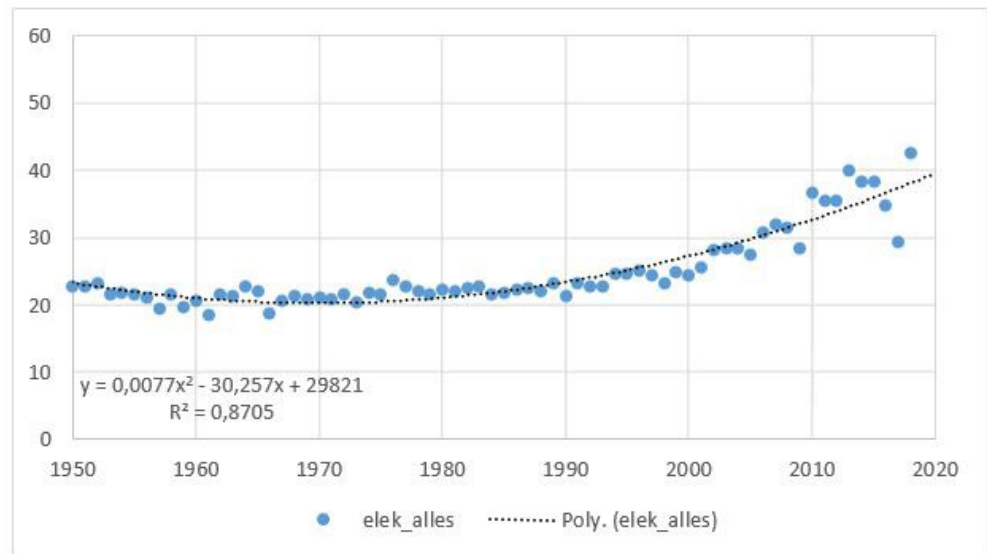
G.1 Het verbruik in 2018, per individueel bouwjaar, basisonderwijs; aanvulling paragraaf 8.9.2.1



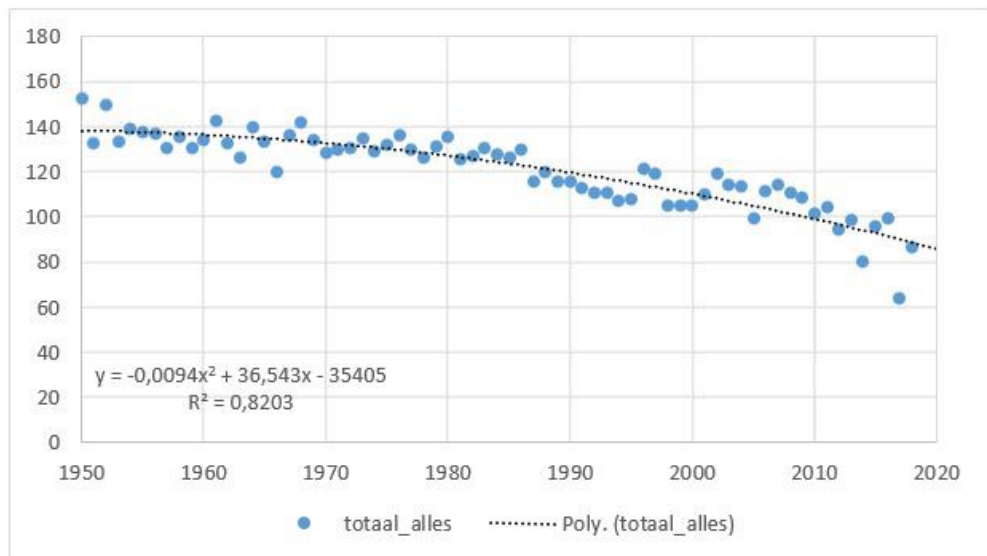
Figuur 139 Aantal onderwijscomplexen in het analysebestand per bouwjaar, basisonderwijs



Figuur 140 Gemiddelde gasintensiteit (kWh/m²) in zichtjaar 2018, per bouwjaar, onderwijscomplexen, basisonderwijs.

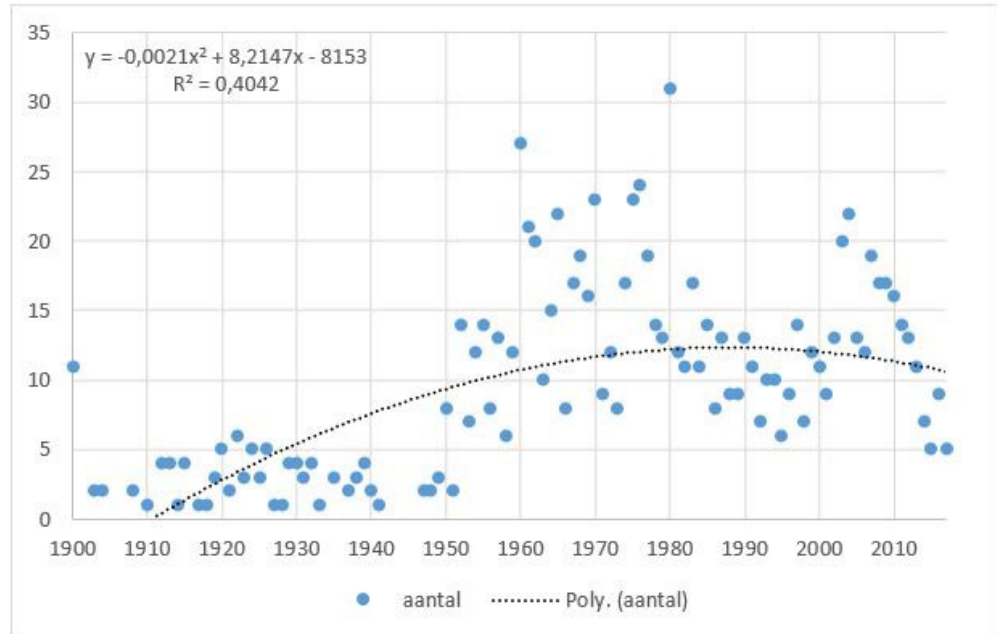


Figuur 141 Gemiddelde elektriciteitsintensiteit (kWh/m²) in zichtbaar 2018, per bouwjaar, onderwijscomplexen, basisonderwijs.

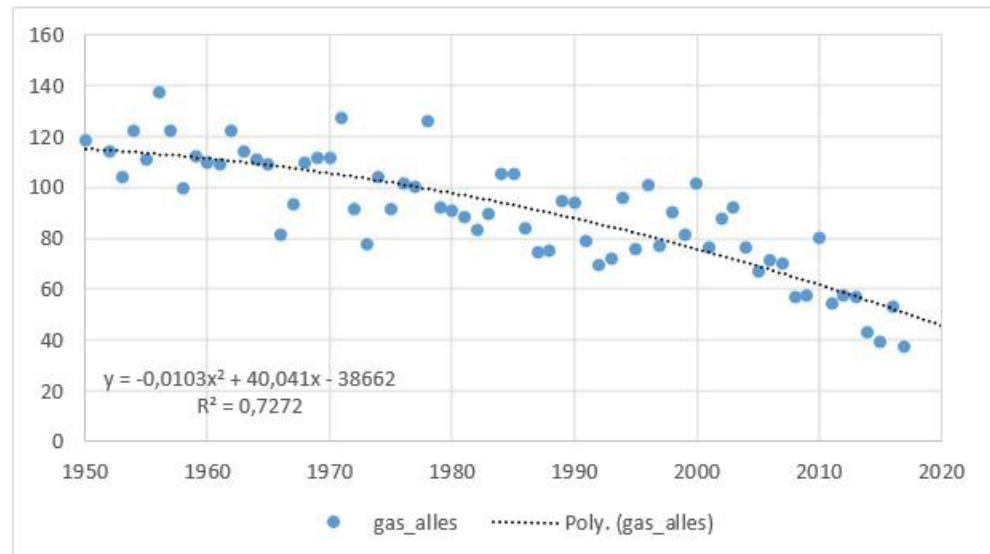


Figuur 142 Gemiddelde totale gesaldeerde intensiteit (kWh/m²) in zichtbaar 2018, per bouwjaar, onderwijscomplexen, basisonderwijs.

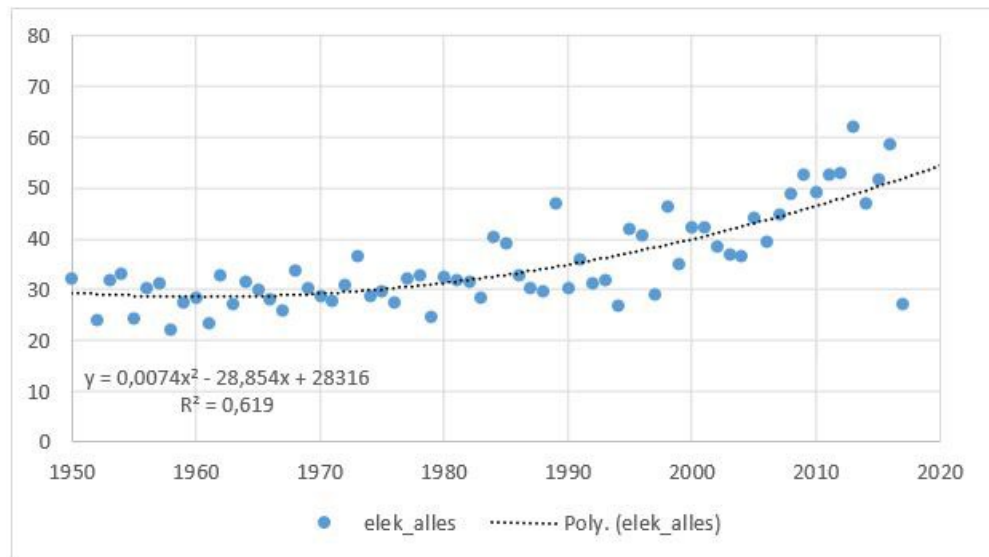
G.2 Het verbruik in 2018, per individueel bouwjaar, voortgezet onderwijs; aanvulling paragraaf 8.9.2.1



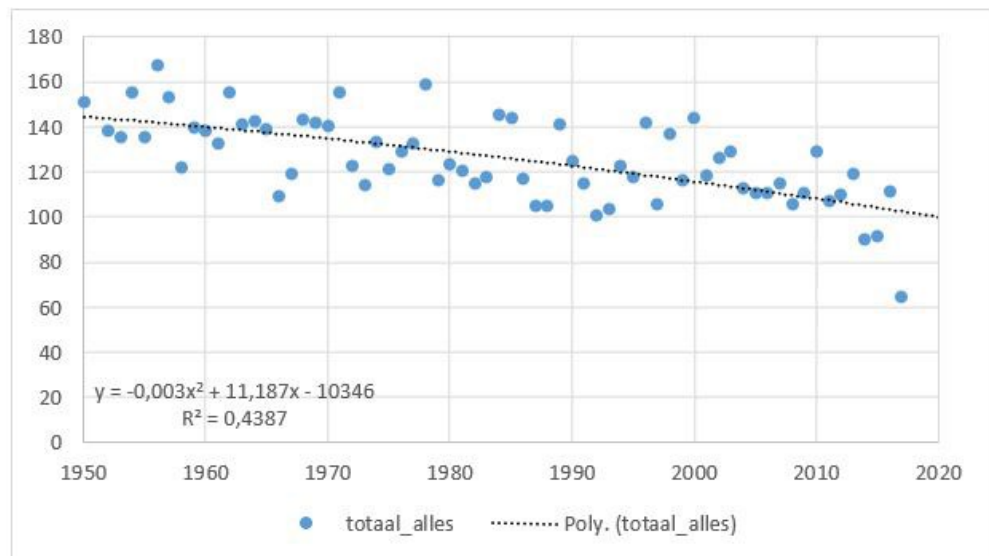
Figuur 143 Aantal onderwijscomplexen in het analysebestand per bouwjaar, voortgezet onderwijs



Figuur 144 Gemiddelde gasintensiteit (kWh/m²) in zichtjaar 2018, per bouwjaar, onderwijscomplexen, voortgezet onderwijs.



Figuur 145 Gemiddelde elektriciteitsintensiteit (kWh/m²) in zichtbaar 2018, per bouwjaar, onderwijscomplexen, voortgezet onderwijs.



Figuur 146 Gemiddelde totale gesaldeerde intensiteit (kWh/m²) in zichtbaar 2018, per bouwjaar, onderwijscomplexen, voortgezet onderwijs.

G.3 Data achter de figuren en Tabel 78 in paragraaf 8.9.3.1, gehele onderwijspopulatie, bouwjaarklassen

Tabel 124 Achterliggende data voor de analyse van het historisch verbruik, naar bouwjaarklassen, gehele onderwijspopulatie, bouwjaarklassen

Ongecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2652	16,0	12,6	13,6	14,5	11,0	11,8	11,7	11,7	11,6	11,2	1953	2147	14,2
02_1975 tot 1992	1819	14,7	11,4	12,6	13,2	9,9	10,6	10,6	10,6	10,6	10,3	1982	2292	14,0
03_1992 tot 2010	1164	11,2	8,8	9,7	10,4	7,7	8,4	8,5	8,5	8,4	8,1	2002	3166	13,9
Gehele voorraad tot 2010	5635	14,6	11,4	12,5	13,2	10,0	10,7	10,7	10,7	10,6	10,3	1973	2422	14,0
04_vanaf 2010	110	9,7	7,6	8,7	8,9	6,6	7,0	8,1	7,6	7,7	7,4	2011	3336	11,4

Deel corrigeren:	94%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Graaddagen De Bilt jaar x		3321	2622	2879	3078	2385	2686	2785	2647	2604	2618
Graaddagen De Bilt jaar 2018		2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604
Quotient naar 2018		0,78	0,99	0,90	0,85	1,09	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99

Gecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2652	12,7	12,5	12,4	12,4	11,9	11,5	11,0	11,5	11,6	11,1	1953	2147	14,2
02_1975 tot 1992	1819	11,7	11,3	11,4	11,3	10,7	10,3	9,9	10,4	10,6	10,3	1982	2292	14,0
03_1992 tot 2010	1164	8,9	8,7	8,8	8,9	8,4	8,1	8,0	8,4	8,4	8,1	2002	3166	13,9
Gehele voorraad	5635	11,6	11,3	11,3	11,3	10,8	10,4	10,0	10,5	10,6	10,2	1973	2422	14,0
04_vanaf 2010	110	7,8	7,5	7,9	7,6	7,2	6,8	7,6	7,5	7,7	7,4	2011	3336	11,4

Elektriciteitsverbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2652	25,6	26,6	26,1	26,1	25,4	25,0	24,5	23,7	23,1	22,4	1953	2147	14,2
02_1975 tot 1992	1819	27,4	28,0	27,3	26,9	26,1	25,5	25,0	24,2	23,6	22,6	1982	2292	14,0
03_1992 tot 2010	1164	34,1	34,5	34,1	33,9	33,4	32,8	32,2	31,2	30,3	28,8	2002	3166	13,9
Gehele voorraad	5635	28,0	28,6	28,1	28,0	27,3	26,8	26,3	25,4	24,8	23,8	1973	2422	14,0
04_vanaf 2010	110	29,8	35,2	38,4	37,8	37,4	37,4	37,7	37,8	37,2	35,2	2011	3336	11,4

Totaal (gecorrigeerd) verbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2652	149,9	148,7	146,9	147,6	142,0	137,2	131,9	136,0	136,2	131,1	1953	2147	14,2
02_1975 tot 1992	1819	141,6	138,4	139,0	137,1	131,0	125,8	121,9	126,1	127,1	122,9	1982	2292	14,0
03_1992 tot 2010	1164	121,4	119,5	120,2	120,4	115,6	112,3	109,9	113,1	112,7	107,7	2002	3166	13,9
Gehele voorraad	5635	141,4	139,3	138,8	138,6	133,0	128,4	124,1	128,1	128,4	123,6	1973	2422	14,0
04_vanaf 2010	110	105,6	108,6	115,8	112,6	107,7	103,7	111,7	110,9	112,7	107,5	2011	3336	11,4

Let op: de data onder [04_vanaf 2010] zijn later toegevoegd en vormt geen onderdeel van de regel die erna volgt [Gehele voorraad tot 2010].

G.4 Data en figuren achter Tabel 79 in paragraaf 8.9.3.1, basisonderwijs, bouwjaarklassen

Tabel 125 Achterliggende data voor de analyse van het historisch verbruik, naar bouwjaarklassen, basisonderwijs, bouwjaarklassen.

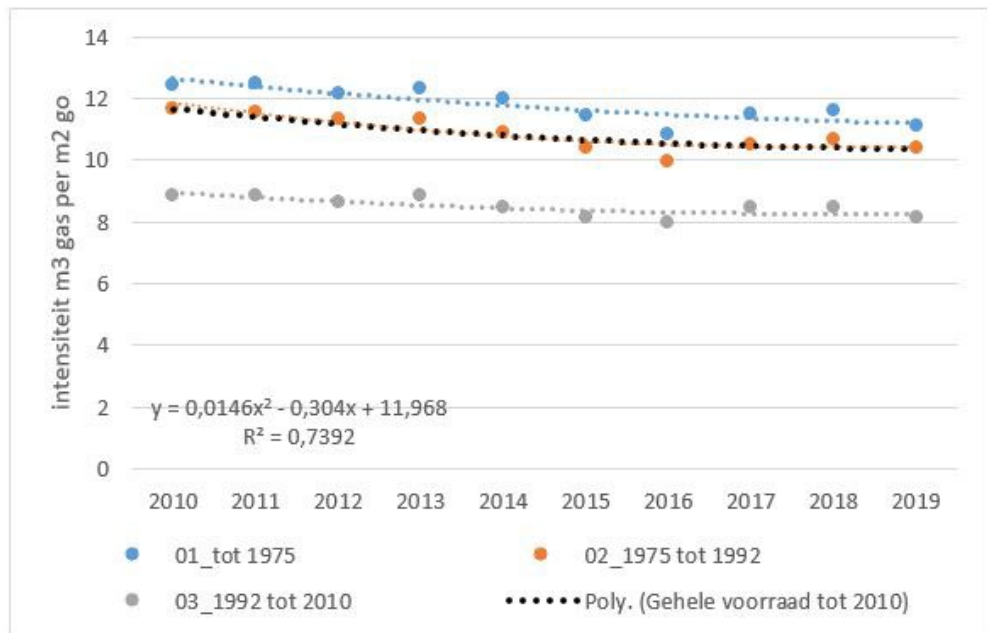
Ongecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2068	15,9	12,6	13,4	14,6	11,0	11,8	11,6	11,7	11,6	11,2	1952	1348	15,3
02_1975 tot 1992	1441	14,9	11,6	12,6	13,4	10,0	10,7	10,7	10,7	10,7	10,5	1981	1391	15,3
03_1992 tot 2010	845	11,3	8,9	9,6	10,4	7,8	8,4	8,5	8,6	8,5	8,2	2001	1966	15,6
Gehele voorraad tot 2010	4354	14,6	11,6	12,4	13,4	10,0	10,8	10,7	10,8	10,7	10,4	1972	1492	15,3

Deel corrigeren:	99,5%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
Graaddagen De Bilt jaar x:		3321	2622	2879	3078	2385	2686	2785	2647	2604	2618			
Graaddagen De Bilt jaar 2018		2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604			
Quotient naar 2018		0,78	0,99	0,90	0,85	1,09	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99			

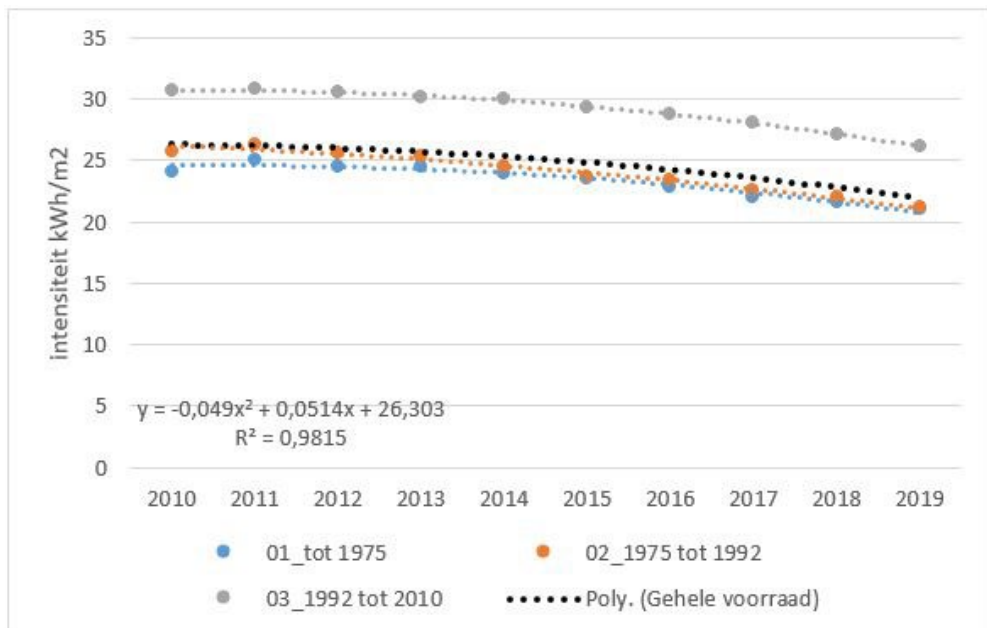
Gecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2068	12,5	12,5	12,2	12,3	12,0	11,4	10,8	11,5	11,6	11,1	1952	1348	15,3
02_1975 tot 1992	1441	11,7	11,6	11,4	11,4	10,9	10,4	10,0	10,5	10,7	10,4	1981	1391	15,3
03_1992 tot 2010	845	8,9	8,9	8,7	8,8	8,5	8,2	8,0	8,5	8,5	8,2	2001	1966	15,6
Gehele voorraad	4354	11,5	11,5	11,2	11,3	11,0	10,5	10,0	10,6	10,7	10,3	1972	1492	15,3

Elektriciteitsverbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2068	24,1	25,0	24,6	24,5	24,0	23,5	22,9	22,1	21,5	21,1	1952	1348	15,3
02_1975 tot 1992	1441	25,8	26,4	25,6	25,3	24,5	23,7	23,3	22,6	22,1	21,2	1981	1391	15,3
03_1992 tot 2010	845	30,7	30,8	30,6	30,2	30,0	29,4	28,7	28,0	27,2	26,2	2001	1966	15,6
Gehele voorraad	4354	25,9	26,6	26,1	25,9	25,3	24,7	24,2	23,4	22,8	22,1	1972	1492	15,3

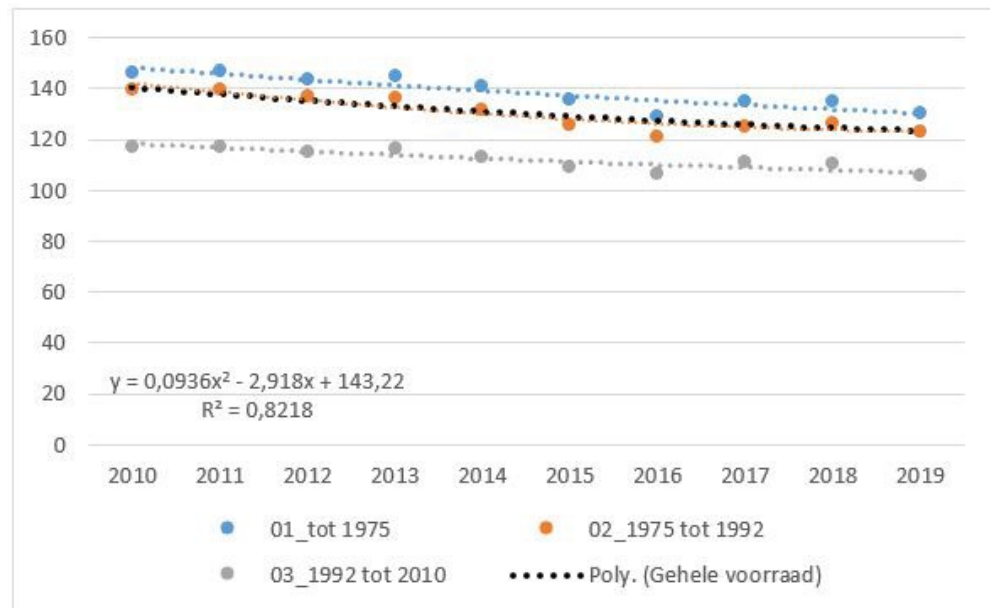
Totaal (gecorrigeerd) verbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2652	149,9	148,7	146,9	147,6	142,0	137,2	131,9	136,0	136,2	131,1	1952	1348	15,3
02_1975 tot 1992	1819	141,6	138,4	139,0	137,1	131,0	125,8	121,9	126,1	127,1	122,9	1981	1391	15,3
03_1992 tot 2010	1164	121,4	119,5	120,2	120,4	115,6	112,3	109,9	113,1	112,7	107,7	2001	1966	15,6
Gehele voorraad	5635	141,4	139,3	138,8	138,6	133,0	128,4	124,1	128,1	128,4	123,6	1972	1492	15,3



Figuur 147 Historisch ontwikkeling gemiddeld, gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (m³/m²) basisonderwijs, bouwjaarklassen.



Figuur 148 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) basisonderwijs, bouwjaarklassen.



Figuur 149 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) basisonderwijs, bouwjaarklassen.

G.5 Data en figuren achter Tabel 80 in paragraaf 8.9.3.1, voortgezet onderwijs, bouwjaarklassen

Tabel 126 Achterliggende data voor de analyse van het historisch verbruik, naar bouwjaarklassen, voortgezet onderwijs, bouwjaarklassen.

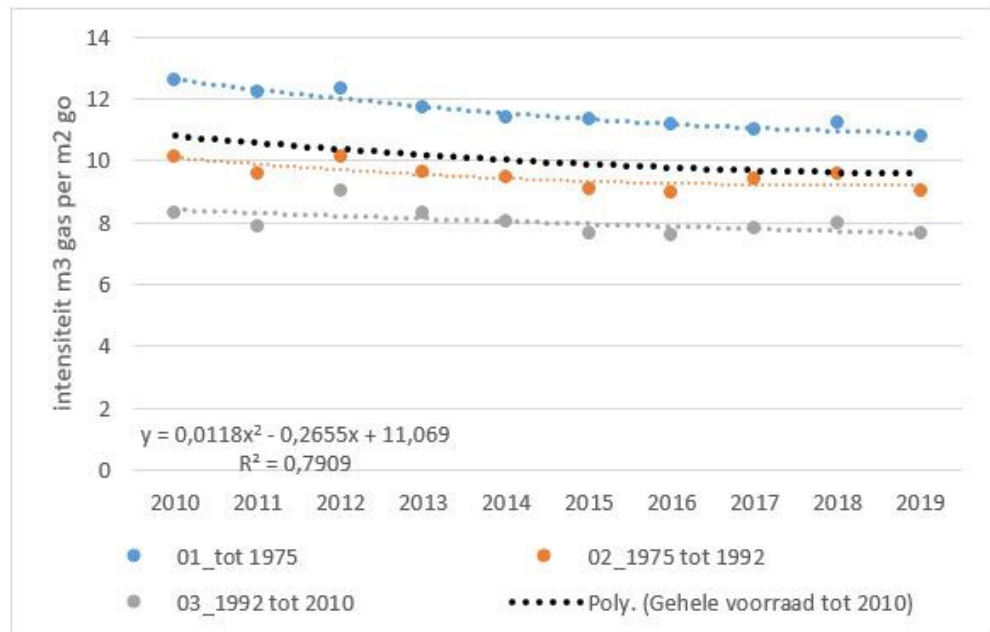
Ongecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	406	16,1	12,3	13,6	13,8	10,4	11,7	11,9	11,2	11,2	10,8	1953	6121	11,5
02_1975 tot 1992	247	12,9	9,6	11,2	11,4	8,7	9,4	9,6	9,6	9,6	9,1	1982	7230	11,3
03_1992 tot 2010	234	10,6	7,9	10,0	9,8	7,3	7,9	8,1	7,9	8,0	7,7	2002	7289	10,9
Gehele voorraad tot 2010	887	13,7	10,4	12,0	12,1	9,1	10,0	10,3	9,9	9,9	9,5	1975	6748	11,2

Deel corrigeren:	99,7%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Graaddagen De Bilt jaar x:		3321	2622	2879	3078	2385	2686	2785	2647	2604	2618
Graaddagen De Bilt jaar 2018		2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604
Quotient naar 2018		0,78	0,99	0,90	0,85	1,09	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99

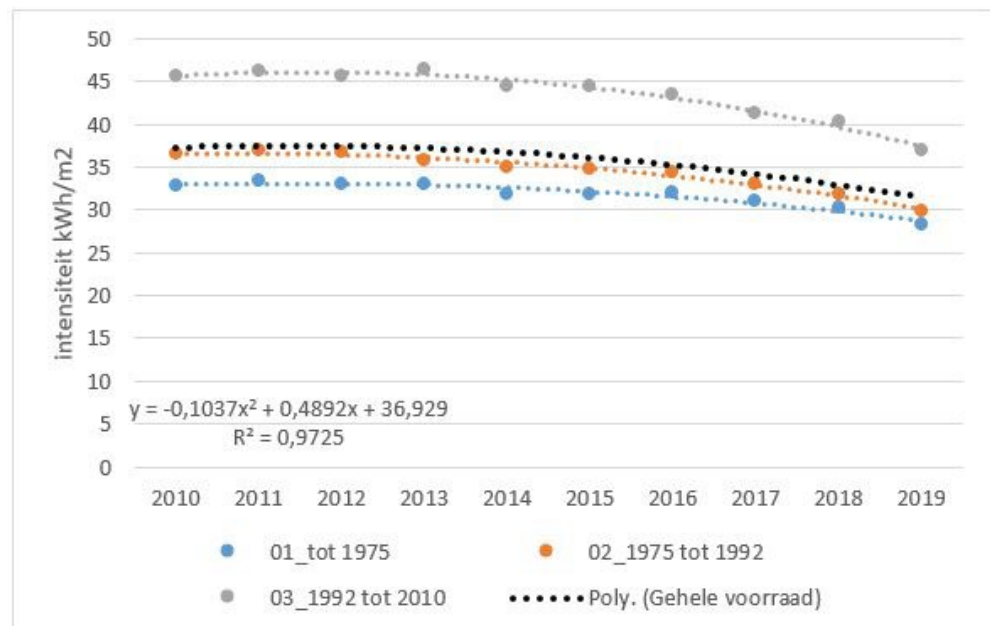
Gecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	406	12,6	12,2	12,3	11,7	11,4	11,3	11,2	11,0	11,2	10,8	1953	6121	11,5
02_1975 tot 1992	247	10,1	9,6	10,1	9,6	9,5	9,1	9,0	9,4	9,6	9,0	1982	7230	11,3
03_1992 tot 2010	234	8,3	7,9	9,0	8,3	8,0	7,7	7,6	7,8	8,0	7,7	2002	7289	10,9
Gehele voorraad	887	10,8	10,3	10,8	10,2	10,0	9,7	9,6	9,7	9,9	9,5	1975	6748	11,2

Elektriciteitsverbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	406	32,8	33,5	33,1	33,1	31,9	31,9	32,0	31,0	30,2	28,3	1953	6121	11,5
02_1975 tot 1992	247	36,5	37,0	36,7	35,8	35,0	34,9	34,4	33,1	31,8	29,9	1982	7230	11,3
03_1992 tot 2010	234	45,7	46,3	45,6	46,4	44,4	44,4	43,5	41,3	40,3	37,0	2002	7289	10,9
Gehele voorraad	887	37,2	37,8	37,4	37,4	36,1	36,0	35,7	34,3	33,3	31,1	1975	6748	11,2

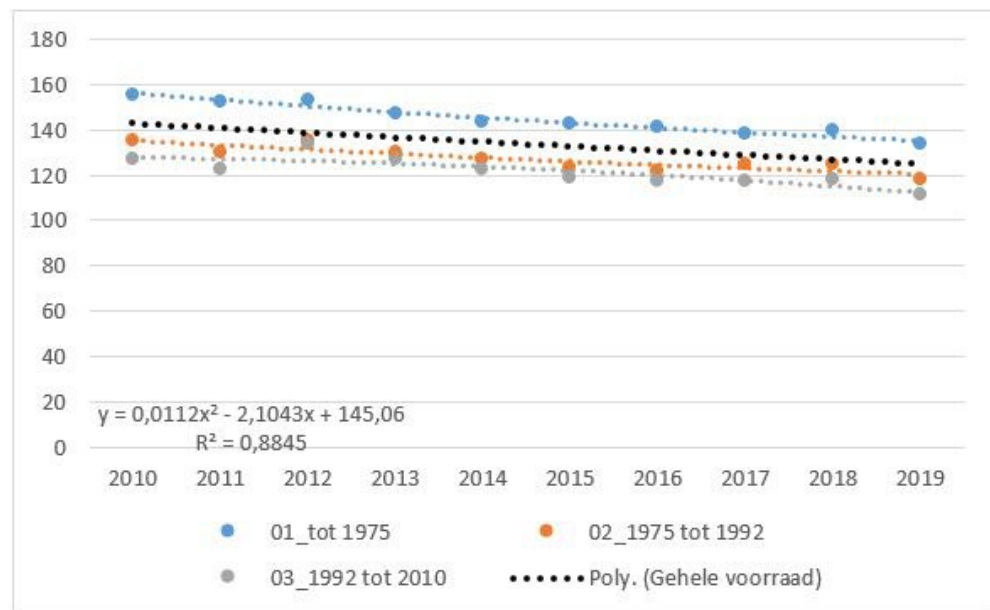
Totaal (gecorrigeerd) verbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_tot 1975	2652	149,9	148,7	146,9	147,6	142,0	137,2	131,9	136,0	136,2	131,1	1953	6121	11,5
02_1975 tot 1992	1819	141,6	138,4	139,0	137,1	131,0	125,8	121,9	126,1	127,1	122,9	1982	7230	11,3
03_1992 tot 2010	1164	121,4	119,5	120,2	120,4	115,6	112,3	109,9	113,1	112,7	107,7	2002	7289	10,9
Gehele voorraad	5635	141,4	139,3	138,8	138,6	133,0	128,4	124,1	128,1	128,4	123,6	1975	6748	11,2



Figuur 150 Historisch ontwikkeling gemiddeld, gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (m³/m²) voortgezet onderwijs, bouwjaarklassen.



Figuur 151 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) voortgezet onderwijs, bouwjaarklassen.



Figuur 152 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) voortgezet onderwijs, bouwjaarklassen.

G.6 Data achter de figuren en Tabel 81 in paragraaf 8.9.3.2, gehele onderwijspopulatie, grootteklassen

Tabel 127 Achterliggende data voor de analyse van het historisch verbruik, naar bouwjaarklassen, gehele onderwijspopulatie, grootteklassen

Ongecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	II/100 m2
01_ <1500m2	3065	16,2	12,7	13,5	14,7	11,0	11,9	11,8	11,8	11,7	11,4	1970	1010	15,9
02_ >1500m2	2570	12,6	9,8	11,2	11,5	8,8	9,3	9,3	9,4	9,3	9,0	1975	4066	12,1
Gehele voorraad tot 2010	5635	14,6	11,4	12,5	13,2	10,0	10,7	10,7	10,7	10,6	10,3	1972	2404	14,1

Deel corrigeren:	94%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Graaddagen De Bilt jaar x:		3321	2622	2879	3078	2385	2686	2785	2647	2604	2618
Graaddagen De Bilt jaar 2018		2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604
Quotient naar 2018		0,78	0,99	0,90	0,85	1,09	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99

Gecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	II/100 m2
01_ <1500m2	3065	12,9	12,7	12,3	12,6	11,9	11,6	11,1	11,6	11,7	11,3	1970	1010	15,9
02_ >1500m2	2570	10,0	9,7	10,2	9,9	9,5	9,0	8,8	9,2	9,3	8,9	1975	4066	12,1
Gehele voorraad	5635	11,6	11,3	11,3	11,3	10,8	10,4	10,0	10,5	10,6	10,2	1972	2404	14,1

Elektriciteitsverbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	II/100 m2
01_ <1500m2	3065	26,8	27,7	27,1	26,8	26,3	25,6	24,9	24,1	23,6	22,8	1970	1010	15,9
02_ >1500m2	2570	29,4	29,8	29,3	29,3	28,4	28,2	27,9	27,0	26,2	25,0	1975	4066	12,1
Gehele voorraad	5635	28,0	28,6	28,1	28,0	27,3	26,8	26,3	25,4	24,8	23,8	1972	2404	14,1

Totaal (gecorrigeerd) verbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	II/100 m2
01_ <1500m2	3065	153,1	151,4	147,2	149,5	142,6	138,5	133,1	137,2	137,8	133,4	1970	1010	15,9
02_ >1500m2	2570	127,4	124,9	128,8	125,6	121,5	116,3	113,4	117,1	117,3	112,0	1975	4066	12,1
Gehele voorraad	5635	141,4	139,3	138,8	138,6	133,0	128,4	124,1	128,1	128,4	123,6	1972	2404	14,1

G.7 Data en figuren achter Tabel 82 in paragraaf 8.9.3.2, basisonderwijs, grootteklassen

Tabel 128 Achterliggende data voor de analyse van het historisch verbruik, naar bouwjaarklassen, basisonderwijs, grootteklassen.

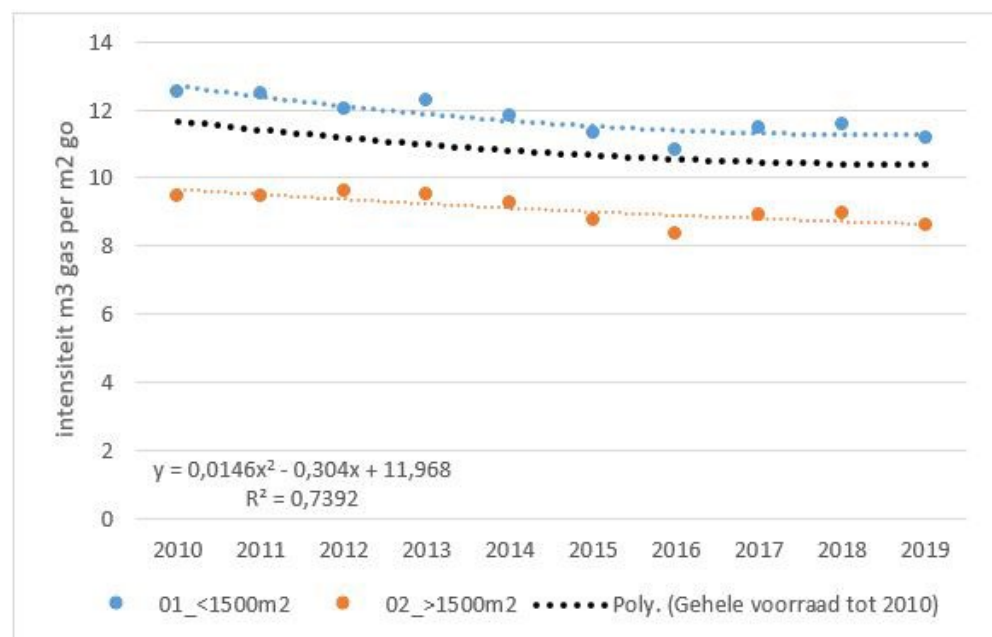
Ongecorrigeerd gasverbruik m ³ /m ²	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m ²	II/100 m ²
01_<1500m ²	2877	16,0	12,6	13,3	14,5	10,8	11,7	11,6	11,7	11,6	11,3	1970	1004	16,2
02_>1500m ²	1477	12,1	9,5	10,6	11,2	8,5	9,0	8,9	9,1	9,0	8,7	1974	2414	13,7
Gehele voorraad tot 2010	4354	14,6	11,6	12,4	13,4	10,0	10,8	10,7	10,8	10,7	10,4	1972	1482	15,3

Deel corrigeren:	99,5%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Graaddagen De Bilt jaar x:		3321	2622	2879	3078	2385	2686	2785	2647	2604	2618
Graaddagen De Bilt jaar 2018		2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604
Quotient naar 2018		0,78	0,99	0,90	0,85	1,09	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99

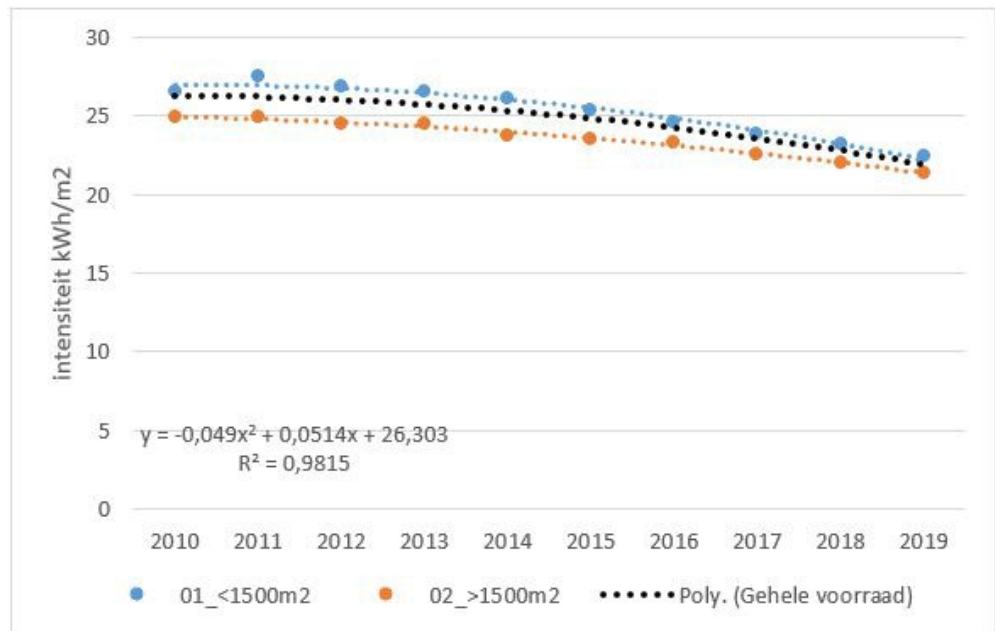
Gecorrigeerd gasverbruik m ³ /m ²	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m ²	II/100 m ²
01_<1500m ²	2877	12,5	12,5	12,0	12,3	11,8	11,3	10,8	11,5	11,6	11,2	1970	1004	16,2
02_>1500m ²	1477	9,5	9,5	9,6	9,5	9,3	8,8	8,3	8,9	9,0	8,6	1974	2414	13,7
Gehele voorraad	4354	11,5	11,5	11,2	11,3	11,0	10,5	10,0	10,6	10,7	10,3	1972	1482	15,3

Elektriciteitsverbruik kWh/m ²	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m ²	II/100 m ²
01_<1500m ²	2877	26,5	27,5	26,9	26,6	26,1	25,4	24,6	23,8	23,2	22,5	1970	1004	16,2
02_>1500m ²	1477	24,9	24,9	24,5	24,5	23,8	23,5	23,3	22,6	22,0	21,4	1974	2414	13,7
Gehele voorraad	4354	25,9	26,6	26,1	25,9	25,3	24,7	24,2	23,4	22,8	22,1	1972	1482	15,3

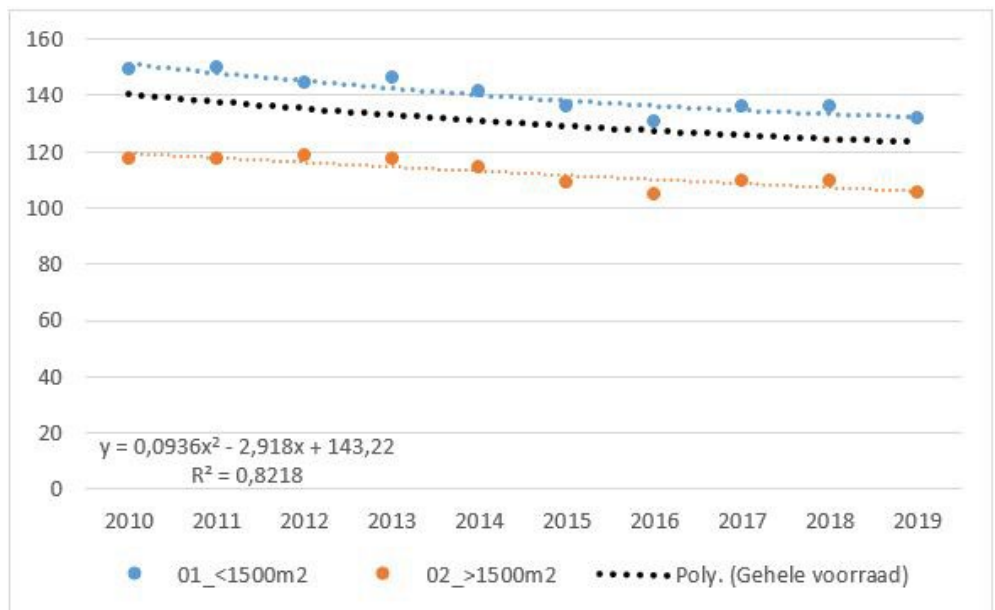
Totaal (gecorrigeerd) verbruik kWh/m ²	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m ²	II/100 m ²
01_<1500m ²	2877	149,0	149,7	144,3	146,5	141,6	136,1	130,6	135,8	136,3	131,9	1970	1004	16,2
02_>1500m ²	1477	117,5	117,4	118,7	117,5	114,4	109,0	104,8	109,6	109,9	105,6	1974	2414	13,7
Gehele voorraad	4354	138,3	138,7	135,6	136,6	132,4	126,9	121,8	126,9	127,3	123,0	1972	1482	15,3



Figuur 153 Historisch ontwikkeling gemiddeld, gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (m³/m²) basisonderwijs, grootteklassen.



Figuur 154 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) basisonderwijs, grootteklassen.



Figuur 155 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) basisonderwijs, grootteklassen.

G.8 Data en figuren achter Tabel 83 in paragraaf 8.9.3.2, voortgezet onderwijs, grootteklassen

Tabel 129 Achterliggende data voor de analyse van het historisch verbruik, naar bouwjaarklassen, voortgezet onderwijs, grootteklassen.

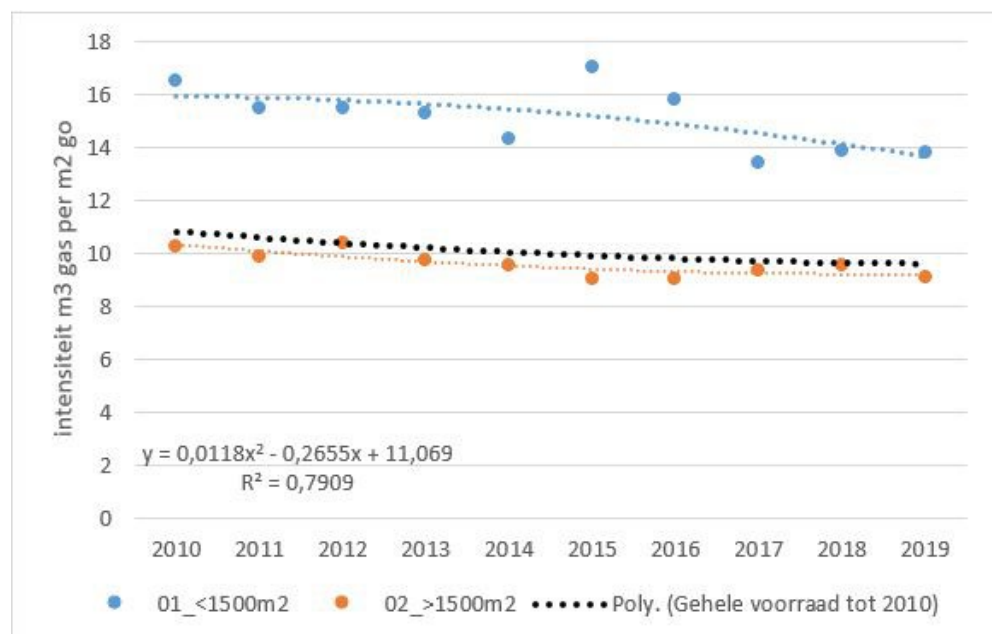
Ongecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_<1500m2	78	21,0	15,6	17,1	18,1	13,1	17,5	16,9	13,6	13,9	13,9	1964	1059	15,2
02_>1500m2	809	13,0	9,9	11,5	11,5	8,7	9,3	9,6	9,5	9,5	9,1	1975	7286	11,0
Gehele voorraad tot 2010	887	13,7	10,4	12,0	12,1	9,1	10,0	10,3	9,9	9,9	9,5	1974	6738	11,3

Deel corrigeren:	99,7%	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Graaddagen De Bilt jaar x:		3321	2622	2879	3078	2385	2686	2785	2647	2604	2618
Graaddagen De Bilt jaar 2018		2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604	2604
Quotient naar 2018		0,78	0,99	0,90	0,85	1,09	0,97	0,94	0,98	1,00	0,99

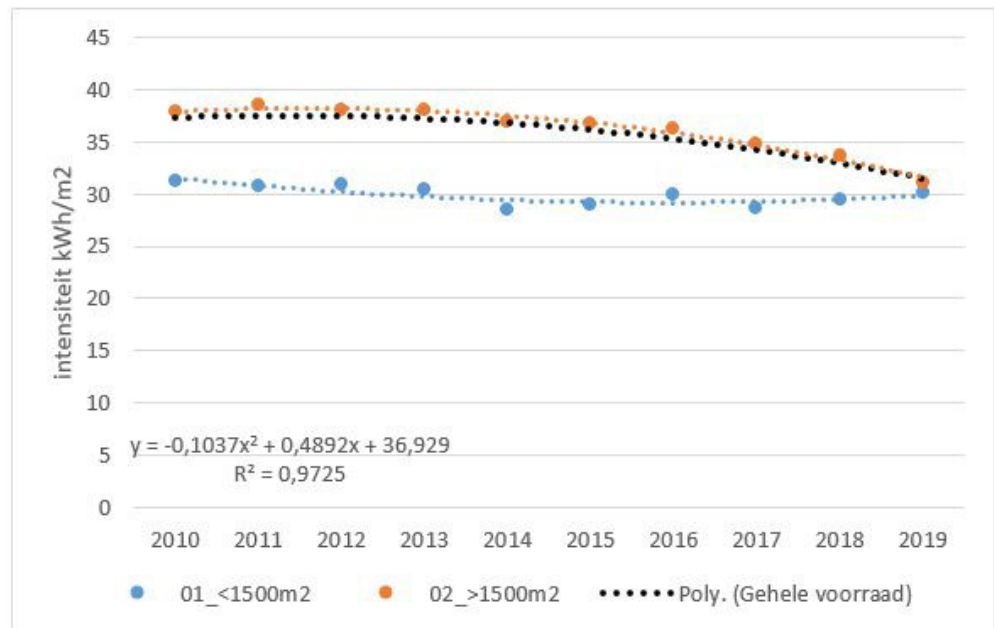
Gecorrigeerd gasverbruik m3/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_<1500m2	78	16,5	15,5	15,5	15,3	14,3	17,0	15,8	13,4	13,9	13,8	1964	1059	15,2
02_>1500m2	809	10,2	9,8	10,4	9,7	9,6	9,0	9,0	9,4	9,5	9,1	1975	7286	11,0
Gehele voorraad	887	10,8	10,3	10,8	10,2	10,0	9,7	9,6	9,7	9,9	9,5	1974	6738	11,3

Elektriciteitsverbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_<1500m2	78	31,2	30,7	30,9	30,4	28,4	29,0	29,9	28,7	29,4	30,1	1964	1059	15,2
02_>1500m2	809	37,8	38,5	38,0	38,0	36,8	36,7	36,2	34,8	33,7	31,1	1975	7286	11,0
Gehele voorraad	887	37,2	37,8	37,4	37,4	36,1	36,0	35,7	34,3	33,3	31,1	1974	6738	11,3

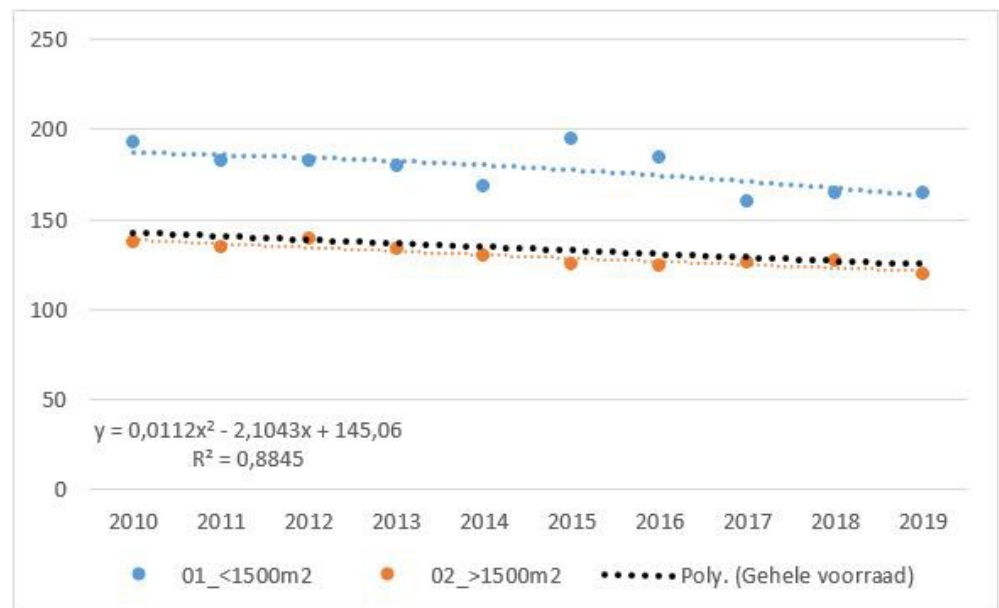
Totaal (gecorrigeerd) verbruik kWh/m2	N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	bjr	opp m2	ll/100 m2
01_<1500m2	78	192,4	182,0	182,1	179,9	168,4	195,1	184,1	159,8	165,0	165,0	1964	1059	15,2
02_>1500m2	809	137,8	134,6	139,5	133,3	130,1	125,0	124,4	126,4	126,7	119,6	1975	7286	11,0
Gehele voorraad	887	142,6	138,7	143,2	137,4	133,5	131,1	129,6	129,3	130,1	123,6	1974	6738	11,3



Figuur 156 Historisch ontwikkeling gemiddeld, gecorrigeerd werkelijk gasverbruik (m³/m²) voortgezet onderwijs, grootteklassen.



Figuur 157 Historisch ontwikkeling gemiddeld, werkelijk elektriciteitsverbruik (kWh/m²) voortgezet onderwijs, grootteklassen.



Figuur 158 Historisch ontwikkeling gemiddeld, totaal energiegebruik (kWh/m²) voortgezet onderwijs, grootteklassen.

H Analyse NTA verbruik voor kantoren, aanvulling op Hoofdstuk 10

H.1 Analyse NTA verbruik kantoren, naar labelklassen

Onderstaande tabellen en figuren zijn een aanvulling op paragraaf 10.5. In die paragraaf is het werkelijk gas- elek- en totaal energiegebruik geanalyseerd naar labelklassen. Voor alleen kantoren hebben we hetzelfde gedaan voort het equivalente NTA verbruik.

Tabel 130 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar labelklassen, NTA gasverbruik

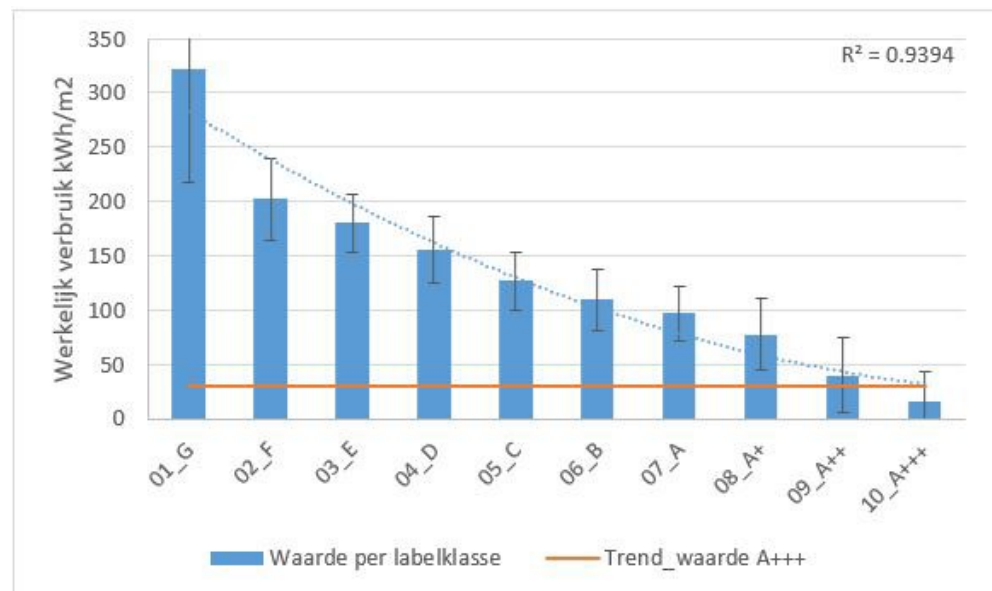
Labelklasse, NTA gas verbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	607	322	314	331	104	32%	553	1925	2.6	2.0	2.11
02_F	161	202	196	208	38	19%	627	1951	2.6	1.8	1.48
03_E	214	180	177	184	27	15%	742	1956	3.0	1.8	1.33
04_D	345	155	152	159	30	19%	1063	1964	3.0	1.8	1.11
05_C	482	126	124	129	27	21%	1407	1973	2.4	1.6	0.91
06_B	505	109	107	112	28	25%	1353	1985	3.4	1.5	0.78
07_A	382	97	94	99	25	25%	1439	1990	3.4	1.5	0.74
08_A+	486	78	75	81	33	42%	1140	1994	4.4	1.4	0.67
09_A++	114	40	33	46	34	87%	1715	1997	3.5	1.2	0.76
10_A+++	13	15	-2	32	29	192%	1600	1995	5.0	1.3	0.70
11_A++++	1										
Subtotal	3310	156	152	159	101	65%	1101	1969	3.2	1.6	1.13

Tabel 131 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar labelklassen, NTA elektriciteitsverbruik

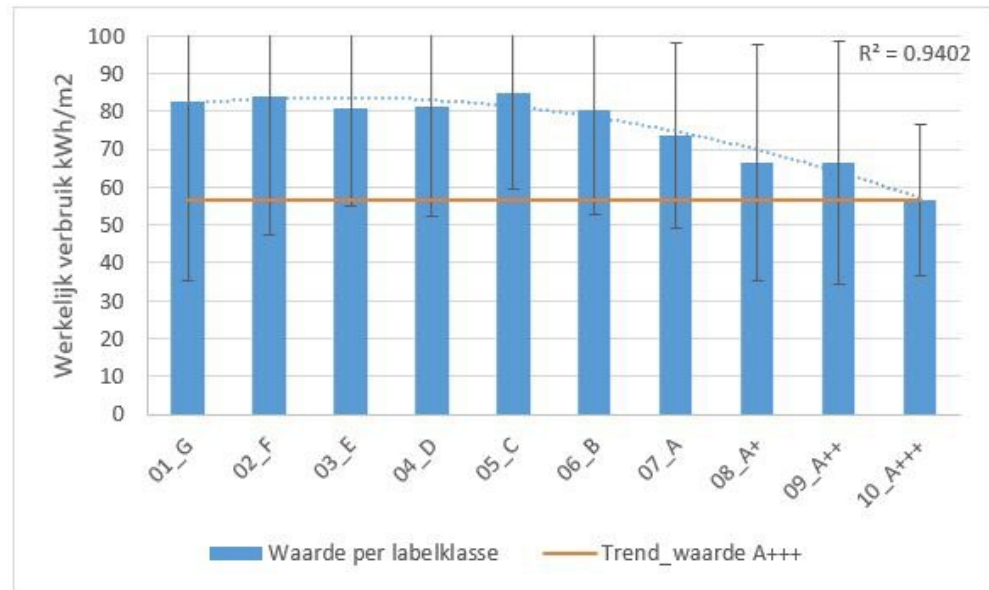
Labelklasse, NTA elek-verbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	607	83	79	86	48	58%	553	1925	2.6	2.0	2.11
02_F	161	84	78	90	37	44%	627	1951	2.6	1.8	1.48
03_E	214	81	78	84	26	32%	742	1956	3.0	1.8	1.33
04_D	345	81	78	84	29	36%	1063	1964	3.0	1.8	1.11
05_C	482	85	83	87	25	30%	1407	1973	2.4	1.6	0.91
06_B	505	80	78	83	27	34%	1353	1985	3.4	1.5	0.78
07_A	382	74	71	76	24	33%	1439	1990	3.4	1.5	0.74
08_A+	486	66	63	69	31	47%	1140	1994	4.4	1.4	0.67
09_A++	114	66	60	72	32	49%	1715	1997	3.5	1.2	0.76
10_A+++	13	57	45	69	20	35%	1600	1995	5.0	1.3	0.70
11_A++++	1										
Subtotal	3310	78	77	79	33	43%	1101	1969	3.2	1.6	1.13

Tabel 132 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar labelklassen, NTA BENG2 verbruik

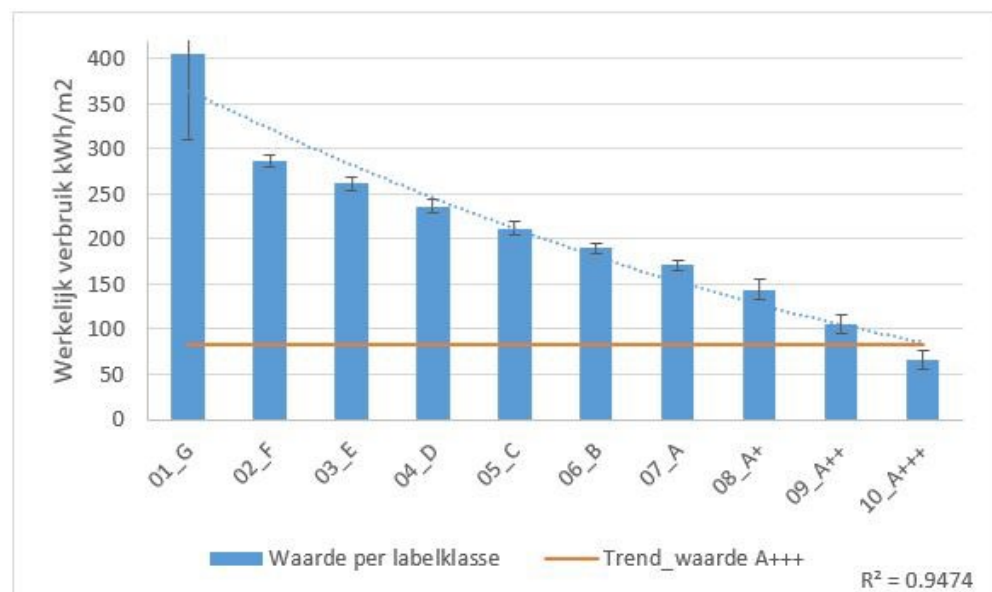
Labelklasse, NTA BENG2	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil
01_G	607	405	397	412	95	23%	553	1925	2.6	2.0	2.11
02_F	161	286	285	287	7	2%	627	1951	2.6	1.8	1.48
03_E	214	261	260	262	7	3%	742	1956	3.0	1.8	1.33
04_D	345	236	236	237	8	3%	1063	1964	3.0	1.8	1.11
05_C	482	211	211	212	7	3%	1407	1973	2.4	1.6	0.91
06_B	505	190	189	190	6	3%	1353	1985	3.4	1.5	0.78
07_A	382	171	170	171	6	3%	1439	1990	3.4	1.5	0.74
08_A+	486	144	143	145	11	8%	1140	1994	4.4	1.4	0.67
09_A++	114	106	104	107	10	10%	1715	1997	3.5	1.2	0.76
10_A+++	13	67	60	73	11	16%	1600	1995	5.0	1.3	0.70
11_A++++	1										
Subtotal	3310	234	231	238	100	43%	1101	1969	3.2	1.6	1.13



Figuur 159 Invloed labelklasse op het NTA gasverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



Figuur 160 Invloed labelklasse op het NTA elektriciteitsverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



Figuur 161 Invloed labelklasse op het NTA BENG2 verbruik werkelijk totaal energiegebruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's

H.2 Analyse NTA verbruik kantoren, naar grootteklassen

Onderstaande tabellen en figuren zijn een aanvulling op paragraaf 10.6. In die paragraaf is het werkelijk gas- elek- en totaal energiegebruik geanalyseerd naar grootteklassen. Voor alleen kantoren hebben we hetzelfde gedaan voor het equivalente NTA verbruik.

Tabel 133 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar grootteklassen, NTA gasverbruik

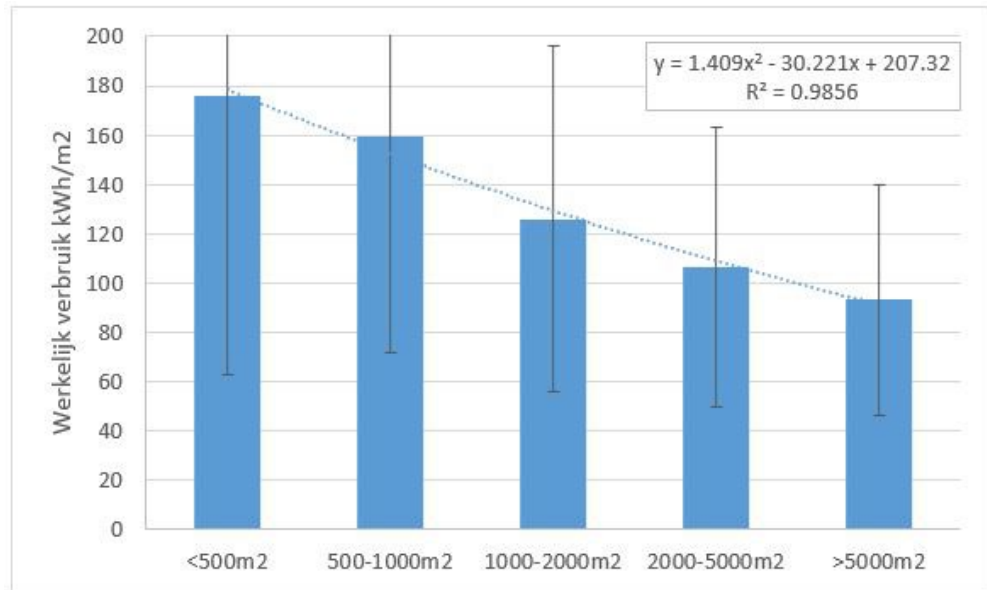
grootteklasse, NTA gasverbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
<500m ²	1884	176	171	181	113	64%	215	1960	4.2	1.8	1.2
500-1000m ²	497	159	151	167	88	55%	715	1971	2.1	1.7	1.1
1000-2000m ²	435	126	119	133	70	56%	1,437	1983	1.5	1.5	1.0
2000-5000m ²	370	107	101	113	57	53%	3,100	1990	1.7	1.2	0.9
>5000m ²	124	93	85	101	47	50%	8,954	1992	2.0	1.0	1.0
gemiddeld	3310	156	152	159	101	65%	1,101	1969	3.2	1.6	1.1

Tabel 134 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar grootteklassen, NTA elektriciteitsverbruik

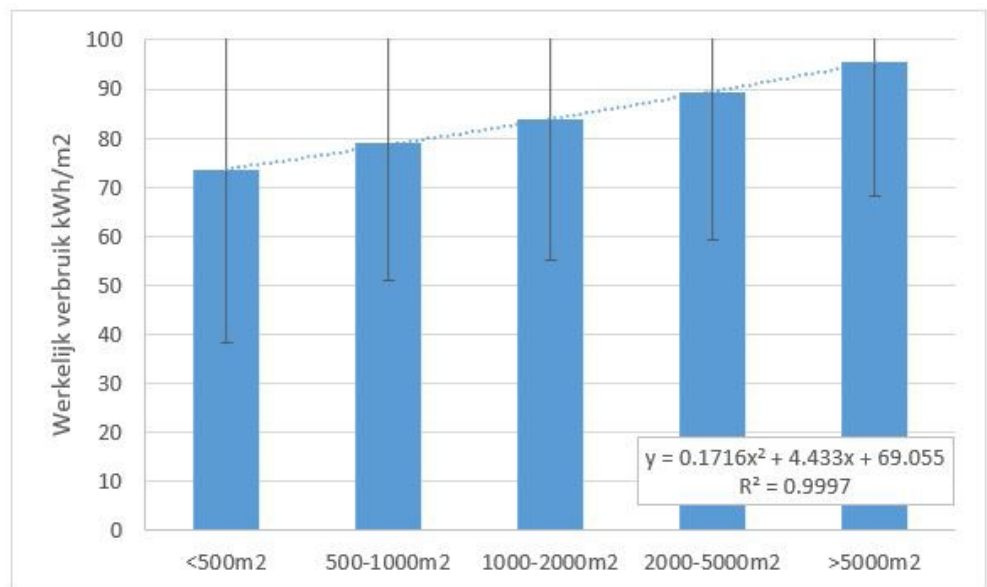
grootteklasse, NTA elek- verbruik	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
<500m ²	1884	74	72	75	35	48%	215	1960	4.2	1.8	1.2
500-1000m ²	497	79	76	81	28	35%	715	1971	2.1	1.7	1.1
1000-2000m ²	435	84	81	87	29	34%	1,437	1983	1.5	1.5	1.0
2000-5000m ²	370	89	86	92	30	34%	3,100	1990	1.7	1.2	0.9
>5000m ²	124	96	91	100	28	29%	8,954	1992	2.0	1.0	1.0
gemiddeld	3310	78	77	79	33	43%	1,101	1969	3.2	1.6	1.1

Tabel 135 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie naar grootteklassen, NTA BENG2 verbruik

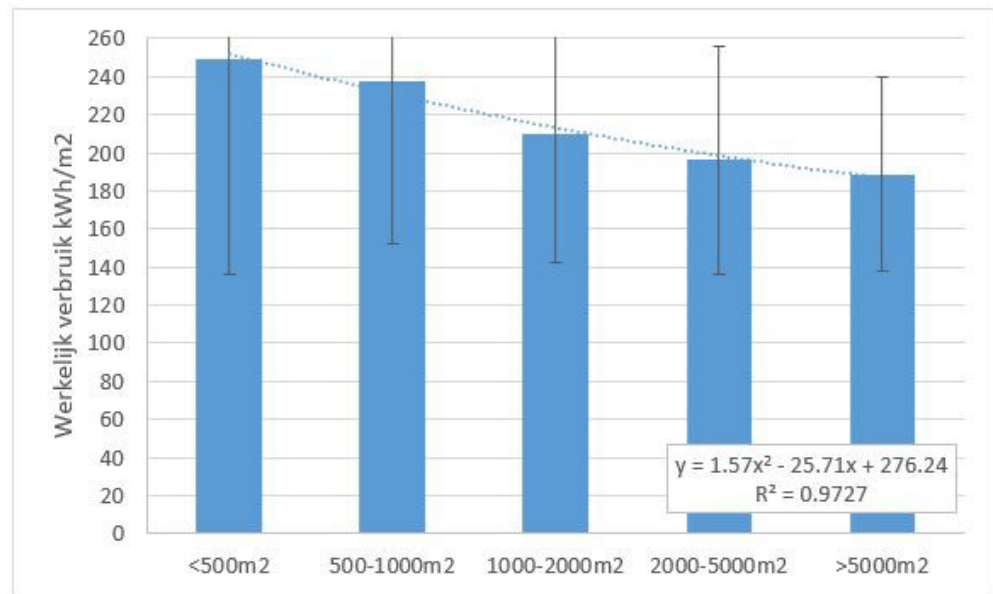
grootteklasse, NTA BENG2	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m ²	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m ²	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	gemiddelde U waarde schil
<500m ²	1884	249	244	254	113	45%	215	1960	4.2	1.8	1.2
500-1000m ²	497	238	230	246	86	36%	715	1971	2.1	1.7	1.1
1000-2000m ²	435	210	203	216	68	32%	1,437	1983	1.5	1.5	1.0
2000-5000m ²	370	196	190	202	60	30%	3,100	1990	1.7	1.2	0.9
>5000m ²	124	189	180	198	51	27%	8,954	1992	2.0	1.0	1.0
gemiddeld	3310	234	231	238	100	43%	1,101	1969	3.2	1.6	1.1



Figuur 162 Invloed labelklasse op het NTA gasverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



Figuur 163 Invloed labelklasse op het NTA elektriciteitsverbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's



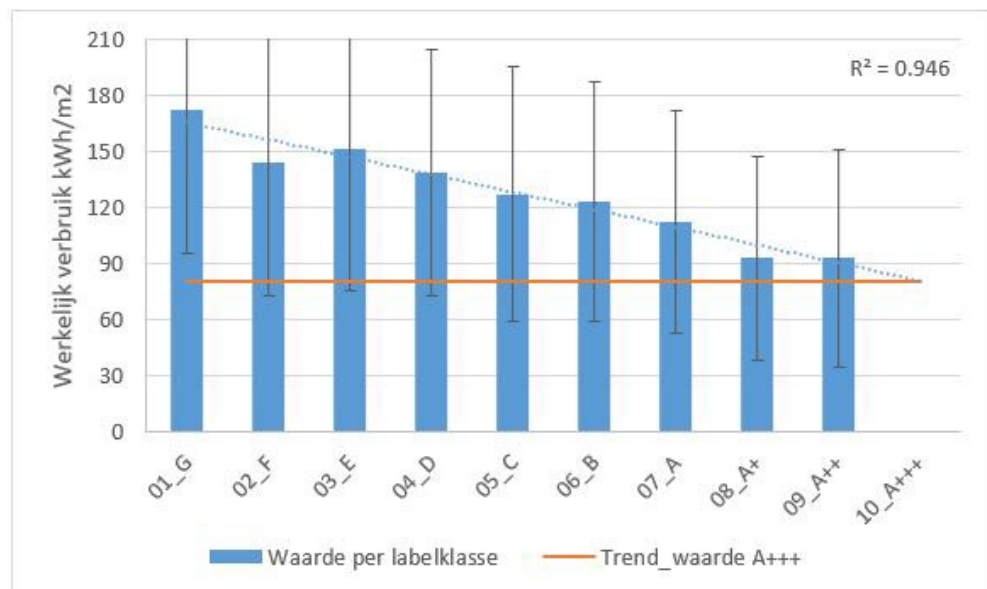
Figuur 164 Invloed labelklasse op het NTA BENG2 verbruik, met de standaarddeviatie, gelabelde kantoor vbo's

H.3 Analyse werkelijk totaal energiegebruik kantoren, naar labelklassen binnen grootteklassen

Onderstaande tabellen en figuren omvatten de achtergronddata van paragraaf 10.7. De tabellen tonen het werkelijk totaal energiegebruik, naar labelklassen binnen de eerste vier onderscheiden grootteklassen. De gevulde kolommen geven dezelfde informatie als in paragraaf 10.6. de laatste kolom is echter nieuw en toont het *trendmatig en geëxtrapoleerd* energiegebruik. De figuur die steeds volgt geeft het gebruik visueel weer.

Tabel 136 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de eerste onderscheiden grootteklasse

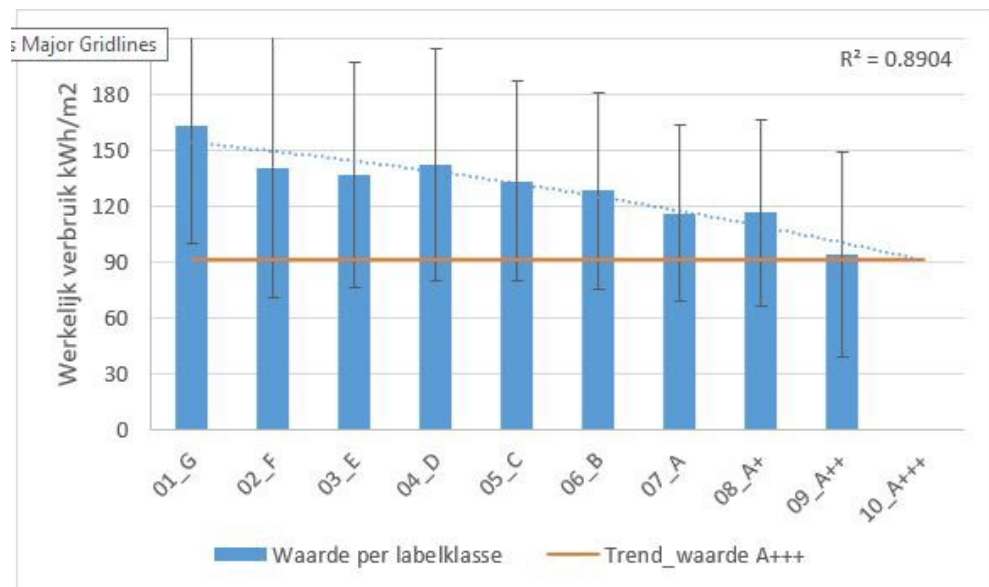
<500m2	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil	gemiddeld verbruik kWh/m2; trend
01_G	458	172	165	179	77	45%	200	1922	3.0	2.1	2.19	165
02_F	100	144	130	158	71	50%	221	1943	3.2	1.9	1.53	156
03_E	136	151	138	164	76	50%	222	1951	3.6	1.9	1.43	147
04_D	183	138	129	148	66	48%	236	1950	4.0	1.9	1.17	138
05_C	204	127	118	136	68	53%	243	1954	3.3	1.8	0.92	128
06_B	255	123	115	131	64	52%	220	1979	4.9	1.7	0.76	119
07_A	192	112	104	121	60	53%	207	1987	5.2	1.6	0.67	109
08_A+	292	93	86	99	54	58%	203	1994	6.0	1.5	0.62	100
09_A++	56	93	77	108	58	63%	220	2000	5.9	1.2	0.76	90
10_A+++	7	109	53	166	61	56%	163	1982	7.1	1.4	0.56	81
11_A++++	1											71
Subtotal	1884	133	130	136	73	55%	215	1960	4.2	1.8	1.22	132



Figuur 165 Visuele weergave van voorgaande tabel; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de eerste onderscheiden grootteklasse

Tabel 137 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de tweede onderscheiden grootteklasse

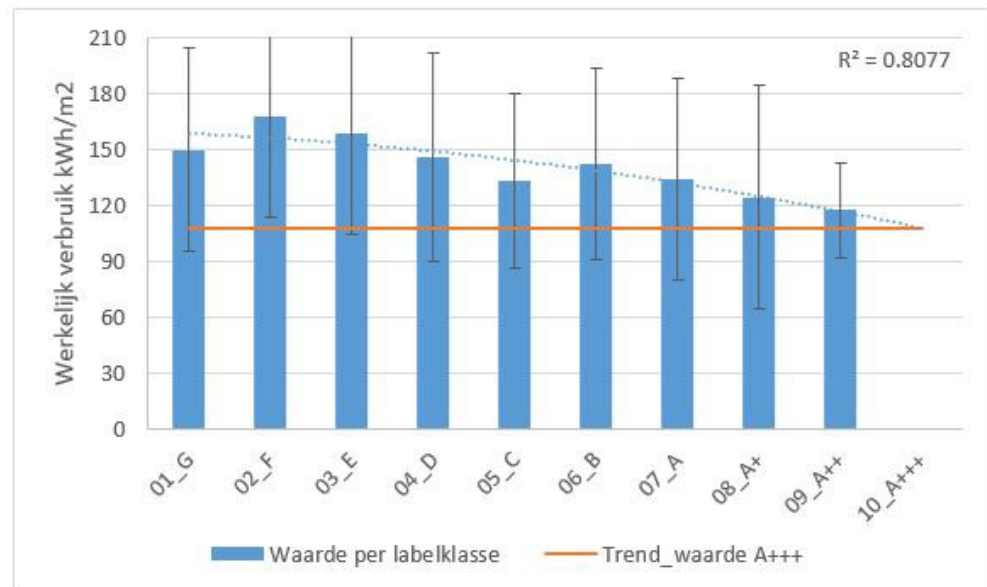
500-1000m2	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil	gemiddeld verbruik kWh/m2; trend
01_G	83	163	149	177	63	39%	714	1909	1.6	1.7	2.07	154
02_F	32	141	116	166	70	50%	677	1964	1.6	1.8	1.44	150
03_E	43	136	118	155	60	44%	707	1953	2.0	1.9	1.07	144
04_D	75	142	128	157	62	44%	709	1983	2.2	1.8	0.97	139
05_C	82	134	122	145	54	40%	753	1988	2.0	1.7	0.84	132
06_B	70	128	116	141	53	41%	736	1990	1.9	1.6	0.76	125
07_A	44	116	102	131	47	41%	712	1994	1.8	1.6	0.74	118
08_A+	57	116	103	130	50	43%	676	1993	3.4	1.5	0.65	109
09_A++	11	94	57	131	55	58%	714	1995	1.7	1.5	0.60	100
10_A+++	0											91
11_A++++	0											81
Subtotal	497	135	130	141	59	44%	715	1971	2.1	1.7	1.07	133



Figuur 166 Visuele weergave van voorgaande tabel; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de tweede onderscheiden grootteklasse

Tabel 138 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de derde onderscheiden grootteklasse

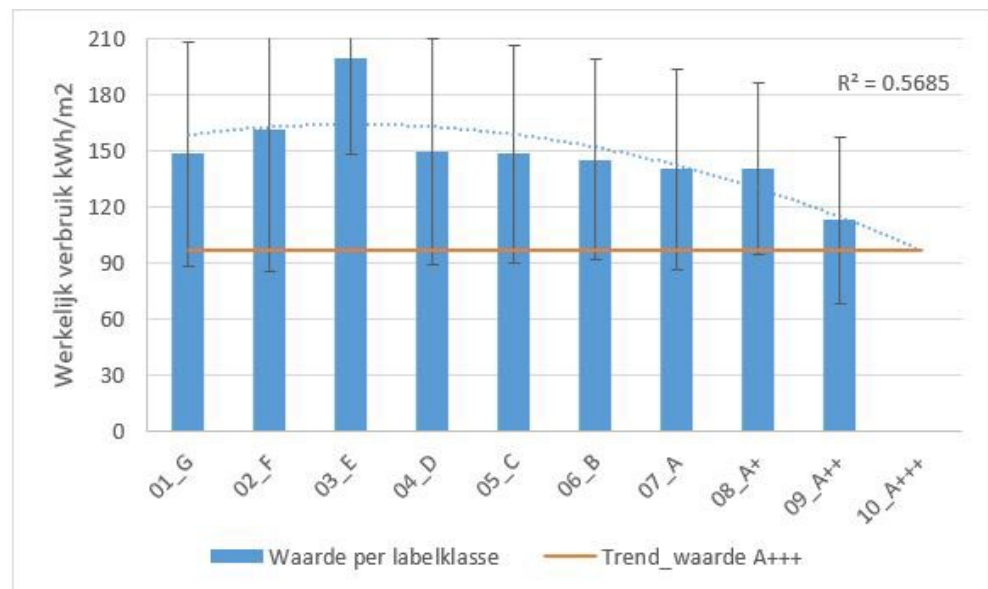
1000-2000m2	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil	gemiddeld verbruik kWh/m2; trend
01_G	37	150	131	168	55	37%	1384	1943	1.6	1.7	1.95	159
02_F	18	168	141	195	54	32%	1313	1961	1.1	1.5	1.41	156
03_E	18	159	132	186	54	34%	1261	1970	2.2	1.6	1.28	153
04_D	57	146	131	161	56	38%	1423	1978	1.3	1.6	1.08	149
05_C	90	133	123	143	47	35%	1434	1986	1.5	1.5	0.84	144
06_B	78	142	131	154	52	36%	1484	1992	1.5	1.4	0.75	139
07_A	64	134	121	147	54	40%	1477	1991	1.5	1.4	0.78	132
08_A+	54	124	108	141	60	48%	1434	1995	1.4	1.3	0.72	125
09_A++	17	117	104	131	26	22%	1542	1987	1.0	1.3	0.79	117
10_A+++	2											108
11_A+++	0											98
Subtotal	435	139	134	144	53	38%	1437	1983	1.5	1.5	0.96	140



Figuur 167 Visuele weergave van voorgaande tabel; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de tweede onderscheiden grootteklasse

Tabel 139 Resultaten voor de gelabelde kantorenpopulatie; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de vierde onderscheiden grootteklasse

2000-5000m2	aantal	gemiddeld verbruik kWh/m2	5% BI	95% BI	standaard deviatie	% standaard deviatie	gemiddelde grootte m2	gemiddeld bouwjaar	gemiddeld aantal vbo's per complex	gemiddelde vormfactor	Gemiddelde U waarde schil	gemiddeld verbruik kWh/m2; trend
01_G	23	148	122	174	60	41%	3189	1980	1.2	1.5	1.32	158
02_F	11	161	110	212	76	47%	3049	1971	1.8	1.4	1.31	163
03_E	13	200	168	231	52	26%	3241	1979	2.1	1.1	1.32	164
04_D	21	150	122	177	60	40%	3135	1983	1.5	1.4	1.03	163
05_C	79	148	135	161	58	39%	2963	1987	1.8	1.3	0.98	159
06_B	76	145	133	157	54	37%	3225	1991	2.1	1.2	0.85	152
07_A	60	140	127	154	54	38%	3076	1993	1.5	1.2	0.82	142
08_A+	65	140	129	152	46	33%	2991	1995	1.4	1.2	0.79	130
09_A++	20	113	92	134	44	39%	3396	1998	1.2	1.3	0.81	115
10_A+++	2											97
11_A++++	0											76
Subtotal	370	145	139	150	56	39%	3100	1990	1.7	1.2	0.93	147



Figuur 168 Visuele weergave van voorgaande tabel; werkelijk totaal energiegebruik, labelklassen binnen de vierde onderscheiden grootteklasse

