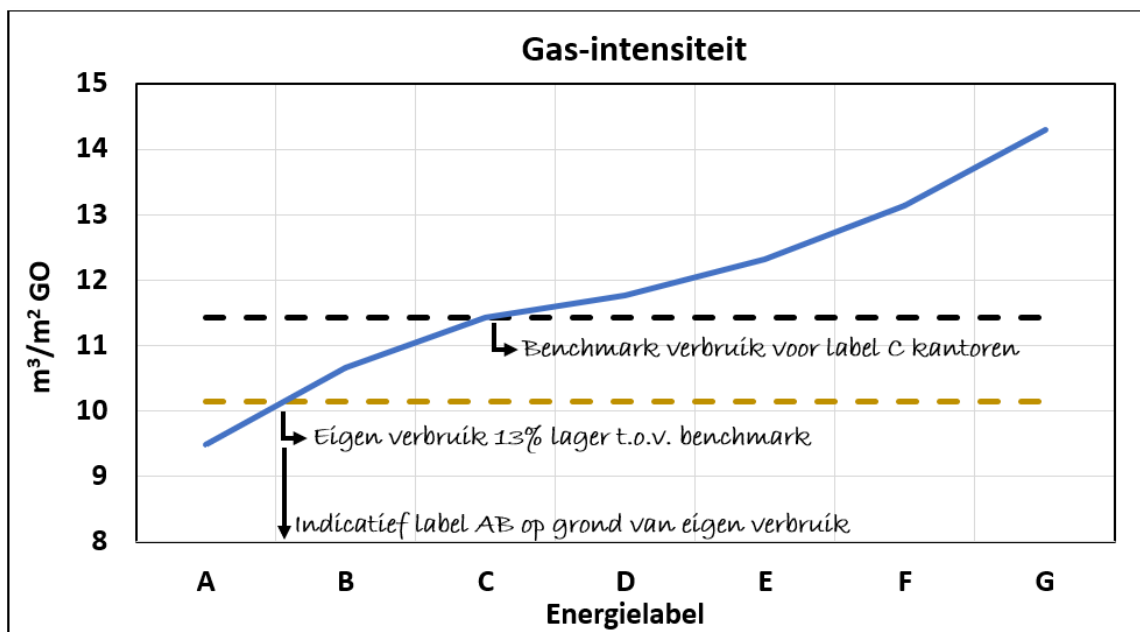


NIEUWE BENCHMARKMETHODIEK ENERGIEGEBRUIK KANTOREN

$$y = Cx^{\lambda} \cdot I \cdot S \cdot J \cdot F_{\text{graaddagen}} \cdot F_{m2FTE}$$

$$J_{\text{bouwjaar}} = (100\% - x\%)^{(\text{kantoor}_{\text{jaar}} - 2016)}$$



$$F_{\text{graaddagen}} = \frac{\text{Graaddagen kantoor (jaar \& locatie)}}{\text{Graaddagen De Bilt 2016}}$$

$$F_{m2FTE_gas} = \frac{FTE_{\text{keus}}^{-0,125}}{FTE_{\text{gem}}^{-0,125}}$$

Op basis van het werkelijke gas- en elektriciteitsverbruik van 13.000 kantoren, beïnvloed door grootte, bouwjaar, energielabel, locatie, verbruiksjaar en de bezettingsgraad.

TNO-rapport
TNO 2019 P11713

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.

Datum	20 november 2019
Auteur(s)	Sipma, J.M.
Aantal pagina's	163 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	8
Opdrachtgever	RVO
Projectnummer	060.41767

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.

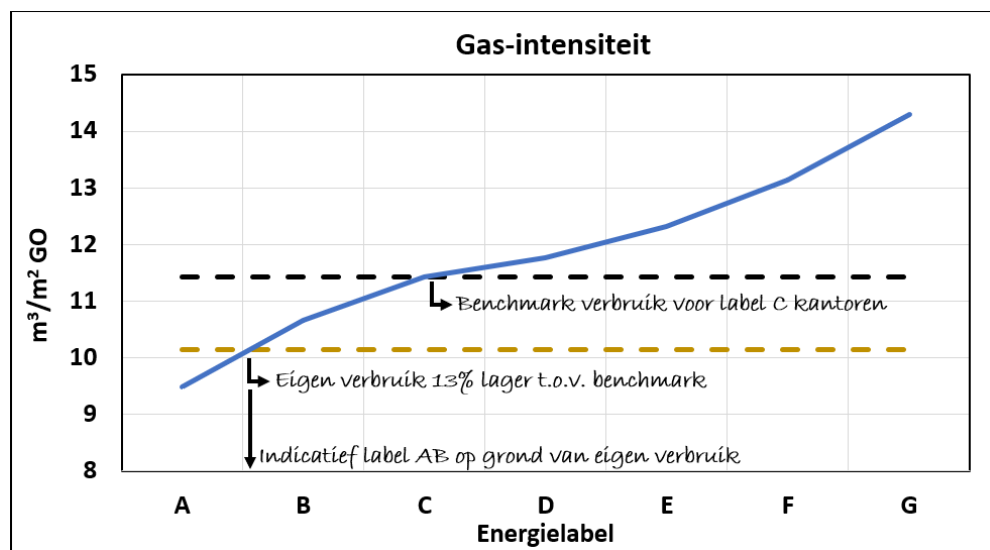
Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

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

Samenvatting en aanbevelingen

Een benchmark geeft aan hoe goed een willekeurig kantoor het doet ten opzichte van vergelijkbare kantoren. Ligt het gasverbruik hoger, en zo ja, hoeveel hoger? In deze studie is een 'nieuwe' benchmarkmethodiek voor kantoren ontwikkeld. De toevoeging 'nieuwe' verwijst naar het feit dat een aantal jaren terug door ECN al een methodiek is ontwikkeld. Deze nieuwe methode is hier een update van en neemt extra parameters mee, zoals het effect van de bezettingsgraad, en maakt een onderscheid naar de gelabelde- en niet-gelabelde voorraad.

Aanleiding voor het ontwikkelen van een nieuwe benchmark komt voort uit het analyseren van de werkelijke intensiteiten van de gelabelde en niet-gelabelde kantorenvoorraad. Een intensiteit wordt hierbij uitgedrukt als is het verbruik per m² gebruiksoppervlak¹ (m³ gas/m² GO en kWh/m² GO). Hier werd een gegeven moment een analyse aan toegevoegd waarmee het energieverbruik van de leegstaande voorraad werd bepaald. Toen ook het effect van de bezettingsgraad op energie-intensiteiten werd meegenomen, was het logisch alle nieuwe inzichten te combineren in een nieuwe benchmarkmethodiek. Deze rapportage omvat dan ook meer dan enkel de benchmark; het vergelijkt ook het door de labelmethodiek berekend verbruik met het werkelijk verbruik, vergelijkt de huidige intensiteiten met eerder gevonden intensiteiten en zoekt naar trendmatigheden waarmee intensiteiten kunnen worden verklaard.



De benchmarkmethodiek bestaat in haar meest toegankelijke vorm uit een benchmarkformule, die is verwerkt in een Excel file. De gebruiker voert hier zijn eigen data in, zoals bouwjaar of energielabel, grootte, aantal medewerkers, locatie en het gas- en elektriciteitsverbruik in een bepaald verbruiksjaar. De formule bepaalt op grond van deze parameters het 'benchmarkverbruik' waarmee het eigen verbruik vergeleken kan worden. Een figuur zoals hierboven geeft dit visueel weer. Ook wordt een indicatief label gegeven dat past bij het eigen verbruik. Alle

¹ GO staat voor gebruiksoppervlak. Er zijn diverse oppervlaktematen te onderscheiden binnen een gebouw, overzichtelijk weergegeven door [deze](#) Wikipedia pagina.

achterliggende data is beschikbaar via tabellen opgenomen in deze rapportage en in de Excel.

In zeven hoofdstukken wordt dieper ingegaan op de analyses. Er zijn relatief veel dwarsverbanden tussen de onderwerpen waarvoor verwijzingen zijn opgenomen in de tekst en bij figuren en tabellen. Ieder hoofdstuk eindigt met een eigen samenvatting welke hieronder zijn ingekort en samengevoegd. Ook een aantal figuren zijn vanuit de hoofdstukken (bewerkt) in deze samenvatting overgenomen. De meeste analyses zijn uitgevoerd met het statistische programma SPSS.

S.1 Representativiteit (H1)

Het begrip 'kantoor' kent in de praktijk vele variaties, afhankelijk van **definitiekwesties** en gekozen **systeemgrenzen**. Wanneer resultaten uit deze rapportage worden gebruikt, is het daarom belangrijk te weten welk segment van de gehele Nederlandse kantorenvoorraad vertegenwoordigt wordt door de geanalyseerde SPSS kantorenpopulatie. Dit betreft onderwerpen als gebouwindeling (BAG-panden versus BAG-vbo's²), gebouwfuncties, economische sector, bezettingsgraad (of mate van leegstand), eigen opwekking en type verwarmingssysteem.

De beschrijving van de beschikbare (SPSS) kantorenpopulatie vindt plaats in Hoofdstuk 2, aangevuld door Bijlage A. Er zijn met name veel kleinere en oudere kantoren. Relatief gezien is een minder aantal oudere gebouwen gelabeld dan recentere.

S.2 Eerste analyse bezettingsgraad (H2)

Naast gebouw grootte, bouwjaar en energielabel is ook de bezettingsgraad van invloed op werkelijke intensiteiten. Deze factor is nu voor het eerst meegenomen bij een door ons uitgevoerde kantallenanalyses. In de praktijk ligt het ruimtegebruik op bijna 27 m² GO per FTE³. 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. Dit fenomeen is een belangrijk onderdeel van de immer gevonden grote bandbreedtes rondom gemiddelde intensiteiten. Een lagere bezetting drijft de in hoofdstukken 3 en 4 geanalyseerde gemiddelde intensiteiten naar beneden. Aangezien de door de labelmethodiek berekende intensiteit⁴ uitgaat van een 'standaard' bezetting, waarbij het kantoor 'standaard' in gebruik is, is een deel van het verschil **berekend versus**

² De BAG is de Basisadministratie Gebouwen, waarin alle gebouwen van Nederland zijn opgenomen, met aanvullende informatie over de grootte, het originele bouwjaar en de gebruiksfunctie ([BAG viewer](#)). Een gebouw wordt hierbij als 'pand' omschreven. In een pand kunnen meerdere verblijfsobjecten (vbo's) liggen, die ieder een eigen functie kunnen hebben; bijvoorbeeld een zelfstandig restaurant (met als functie 'horeca') binnen verder een kantoorpand.

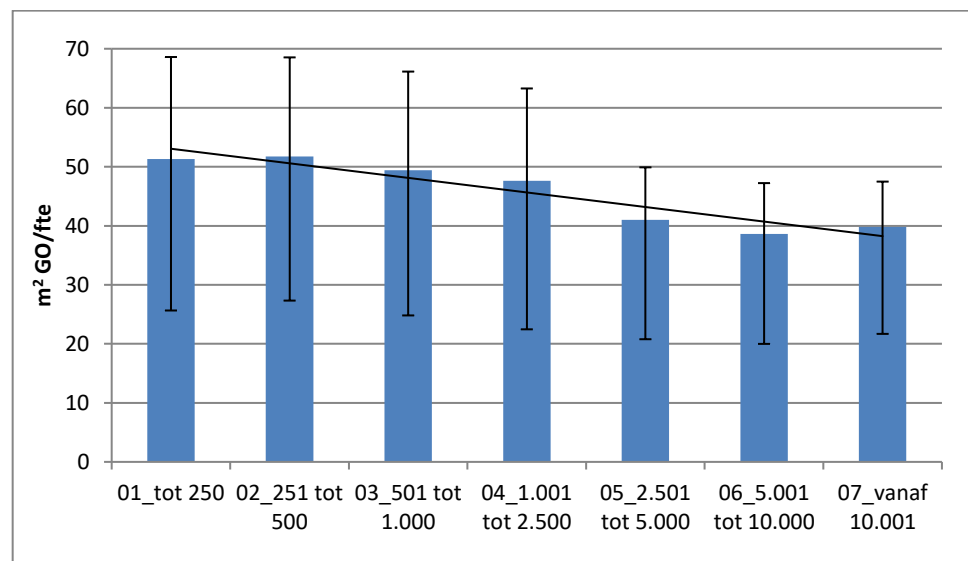
³ FTE staat voor Fulltime-equivalent. Het is een rekeneenheid waarmee de omvang van de personeelssterkte kan worden uitgedrukt. Eén fte is een volledige werkweek, uitgaande van een werkweek van 38 uur ([onzetaal](#)).

⁴ De labelmethodiek berekent via een softwarepakket het gebouwgebonden gas- en elektriciteitsverbruik van een gebouw. In de volksmond wordt het softwarepakket voor utiliteitsgebouwen vaak '[EPA-U](#)' genoemd, waarbij EPA staat voor 'Energieprestatieadvies'. EPA-U berekent een energie-index (EI), dat gerelateerd is aan een energielabel.

gemeten met de bezettingsgraad te verklaren. Bij het **benchmarken** in hoofdstuk 6 wordt voor deze parameter een correctiefactor geïntroduceerd.

Het ruimtegebruik per FTE neemt relatief sterk af met een **toenemende kantooromvang** (weergegeven in Figuur 1); dit is het sterkst gevonden effect op de bezettingsgraad. Grotere kantoren zijn dus beter bezet dan kleinere kantoren. Omdat er veel meer kleinere kantoren zijn dan grotere, ligt het eerder genoemde ongewogen gemiddelde dicht bij de waarde die gevonden wordt voor de kleinere kantoren.

Figuur 1 Ruimtegebruik (m^2 GO) per FTE, per grootteklasse. N=7.841 (kopie van Figuur 12)



Het **bouwjaar** zelf 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. Blijkbaar wordt het dan meetbaar minder aantrekkelijk (voor een eigenaar/gebruiker). Uiteraard is dit van invloed op gas- en elektriciteitsintensiteiten.

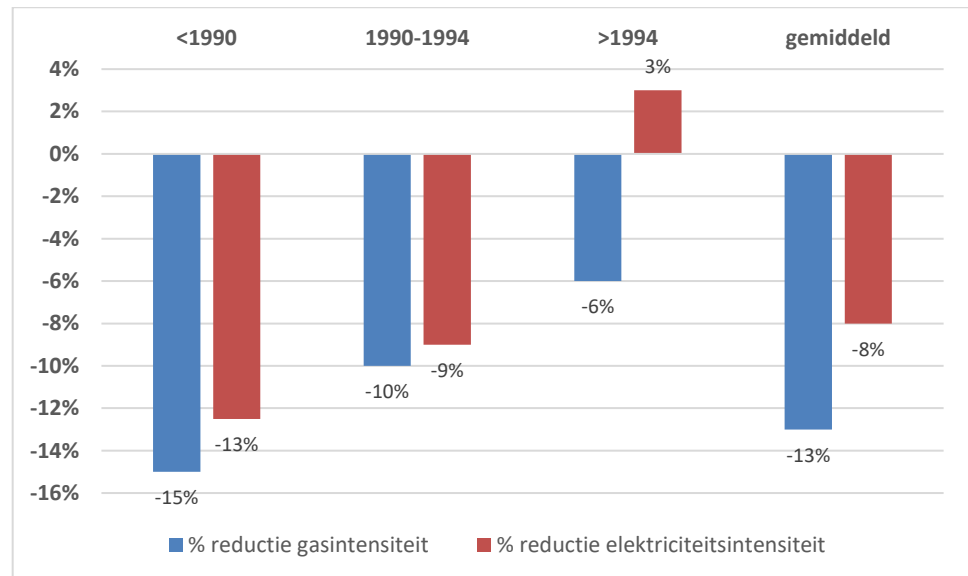
S.3 Resultaten gas- en elektriciteitsintensiteiten (H3 & H4)

De graaddagen gecorrigeerde ongewogen gasintensiteit komt over het verbruiksjaar 2016 uit op $13 \text{ m}^3 \text{ gas/m}^2 \text{ GO}$; de elektriciteitsintensiteit op $55 \text{ kWh/m}^2 \text{ GO}$. Beiden liggen lager ten opzichte van het eerdere Kentallenproject over verbruiksjaar 2013 (Sipma & Rietkerk, 2016). De reductie in gasverbruik lijkt echter groter; deze daling is berekend op 13% terwijl de daling van de elektriciteitsintensiteit op 8% uitkomt.

Wanneer we voor dezelfde periode de intensiteiten **per bouwjaar** vergelijken, blijkt dat zowel de gas- als de elektriciteitsintensiteit van oudere kantoren relatief sterk zijn afgenomen, zoals weergegeven met de twee linker staven in Figuur 2. We gaan er van uit dat dit het effect is van (extra) uitgevoerde renovaties die voor oudere kantoren mogelijk zijn omdat ze eerder kosteneffectief

zijn. De bouwjaarklasse na 1994, waar het effect van nieuwbouw doorheen speelt, vertoont voor de elektriciteitsintensiteit een toename voor het elektriciteitsverbruik.

Figuur 2 Procentuele daling gemeten gas- (N=12.903) en elektriciteitsintensiteit (N=13.047) over de periode 2013-2016, naar bouwjaarklassen. Samenvoeging en bewerking resultaten paragraaf 3.2.2 & 4.2.2.



De **berekende gasintensiteit** volgens de energielabelmethodiek ligt gemiddeld een factor 1,3 hoger dan de gemeten intensiteit. De door EPA berekende gasintensiteit wijkt steeds meer af naar boven, naarmate kantoren kleiner en slechter van kwaliteit zijn. De afwijking naar boven wordt ook groter naarmate het ruimtegebruik per FTE (dus de mate van leegstand) toeneemt. Omdat deze drie factoren samenkomen bij de G-labels, is hier in zijn algemeenheid de afwijking berekend ten opzichte van gemeten het grootst.

Het door EPA **berekend elektriciteitsverbruik** betreft echter maar een deel van het totaal verbruik, namelijk het **gebouwgebonden** deel. Een directe vergelijking met het gemeten verbruik is daarom niet zinvol. We kunnen ons echter voorstellen dat het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik redelijk betrouwbaar berekend wordt, alhoewel deze uitspraak meer onderzoek vergt. Het verschil met het gemeten totaalverbruik zou dan een indicatie zijn voor het **gebruikersgebonden** elektriciteitsverbruik, dat bij de analyses ook in beeld is gebracht. Meer onderzoek is echter gewenst om deze hypothese te toetsen; daarom moeten de vermelde waarden als indicatief worden beschouwd.

Diverse paragrafen tonen de (gecombineerde) invloeden van **label-, grootte-, en ruimtegebruiksklasse** (een maat voor de bezettingsgraad en/of leegstand) op de intensiteiten. Tabel 1 vat de gevonden trendmatigheden samen van label G naar A⁵. Ook het **originele bouwjaar** binnen eenzelfde labelklasse (laatste kolom in

⁵ Dit hoeft geen lineaire af- of toename te zijn; in het tussentrajec kan deze variëren. Zo neemt het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik vanaf G eerst toe vanwege de introductie van koeling en mechanische ventilatie, om daarna weer af te nemen vanwege de toepassing van LED verlichting.

Tabel 1) lijkt van invloed te zijn op intensiteiten. Het is voor te stellen dat een A-label kantoor, afkomstig vanuit een diepe renovatie, een minder efficiënte warmtehuishouding behoudt in vergelijking tot een A-label kantoor dat als zodanig is ontworpen. Dit is echter vooralsnog een hypothese; voor een verbeterde benchmarkmethodiek en het bepalen van een indicatief label is het aan te bevelen hier meer onderzoek naar te doen.

Tabel 1 Samenvatting effecten op intensiteiten

Type intensiteit	Beter label ¹	Toenemende grootteklasse binnen hetzelfde label	Afnemende bezetting binnen hetzelfde label en grootteklasse	Origineel een recenter bouwjaar binnen hetzelfde label
Gemeten gasintensiteit	afname	afname	afname	mogelijk een afname
Berekende gasintensiteit	afname	afname	geen effect	geen effect ²
Gemeten totale elektriciteitsintensiteit	toename	toename	afname	mogelijk een afname
Berekende gebouwgebonden elektriciteitsintensiteit	afname	geen trendmatig effect	geen effect	geen effect ²
Hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit	toename	toename	afname	onbekend

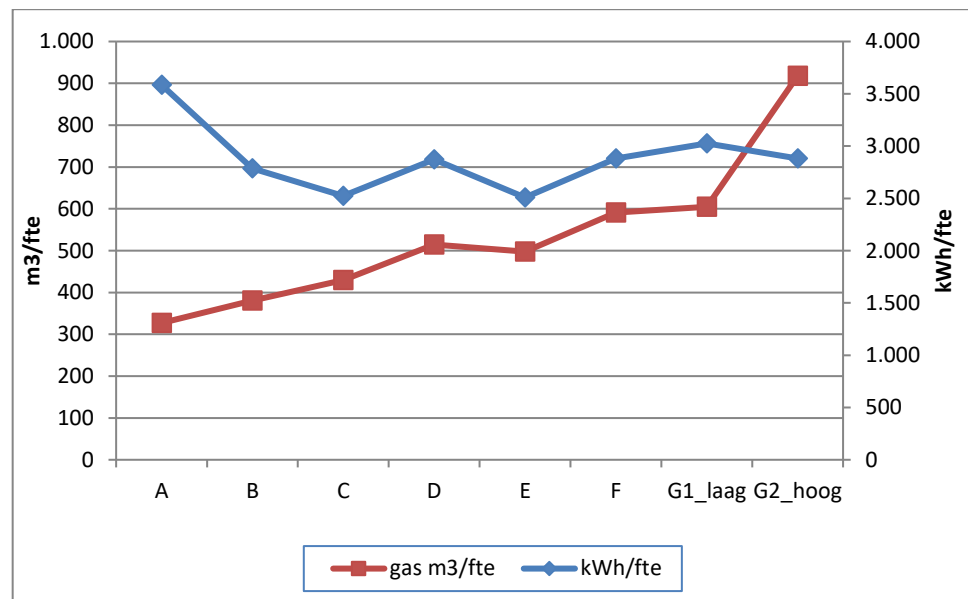
¹ Voor de niet-gelabelde voorraad kan hier 'recenter bouwjaar' worden gelezen, uiteraard is dan de laatste kolom niet meer van toepassing.

² Dit effect is niet geanalyseerd maar is de logische verwachting.

In plaats van een intensiteit uit te drukken in een verbruik per m² GO, kan deze ook worden uitgedrukt in een verbruik per FTE, waarvoor gemiddeld 440 m³ gas is gevonden. Ter referentie; dit ligt een factor 4,7 maal hoger in vergelijking tot het gemiddeld gasverbruik per leerling in het basisonderwijs. Dit verbruik neemt toe met een slechter label (zie Figuur 3). Een FTE binnen een diepe label-G⁶ verbruikt maar liefst 7,7 maal meer gas dan een FTE binnen een kantoor met een A-label. Hier zit een extra effect doorheen van een afnemende bezetting voor de slechtere labels.

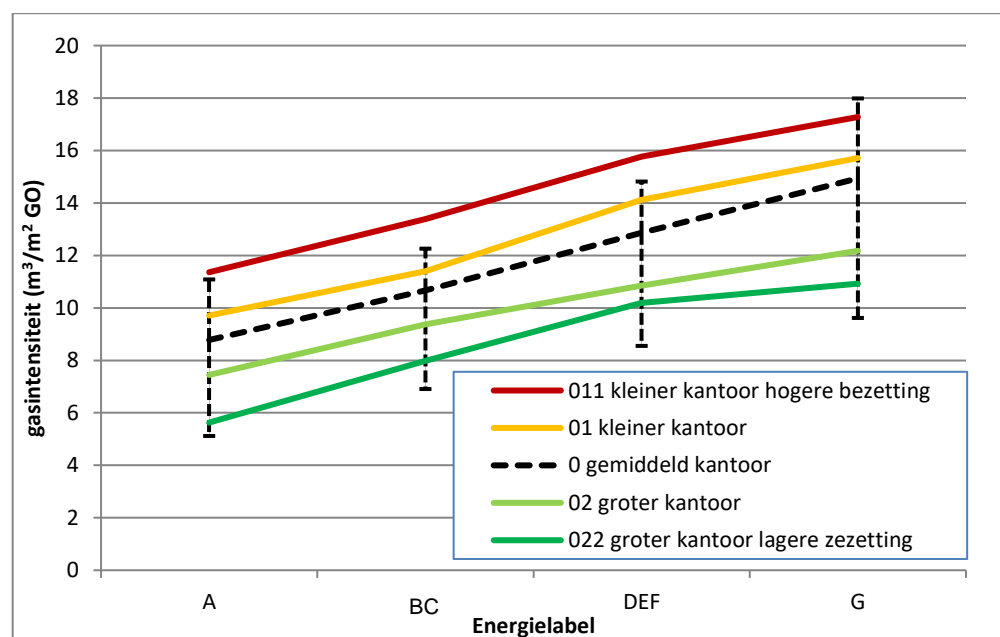
Uitgedrukt per FTE komt het elektriciteitsverbruik op 2933 kWh/FTE, dat een factor 11,5 maal hoger ligt in vergelijking tot het gemiddeld elektriciteitsverbruik per leerling in het basisonderwijs. Het verbruik ligt bij label-A met 3500 kWh/FTE beduidend hoger in vergelijking tot de overige labels. Bij de overige labels is geen trendmatigheid te ontdekken; het verbruik schommelt van B naar een diepe label-G rond de 2750 kWh/FTE (zie Figuur 3). Wanneer de bezettingsgraad voor de slechtere labels *niet* zou afnemen, zou de intensiteit verder stijgen.

⁶ Energielabel G heeft geen bovengrens, en mede hierdoor valt een groot deel van de voorraad binnen dit label. Op basis van de mediaan is label G daarom voor dit onderzoek opgedeeld in twee G-labelklassen. Een 'diepe label G' verwijst dan naar de reeltief slechtst presterende kantoren.

Figuur 3 Intensiteiten per FTE. Samenvoeging resultaten paragraaf 3.6.2 & 4.6.3.

S.4 Bandbreedtes rondom intensiteiten geëvalueerd (H3 & H4)

Een belangrijke observatie uit dit onderzoek is dat de kleinste, meest-bezette kantoren de bandbreedte aan de bovenkant van het gemiddeld verbruik per labelklasse voor een groot deel verklaren.

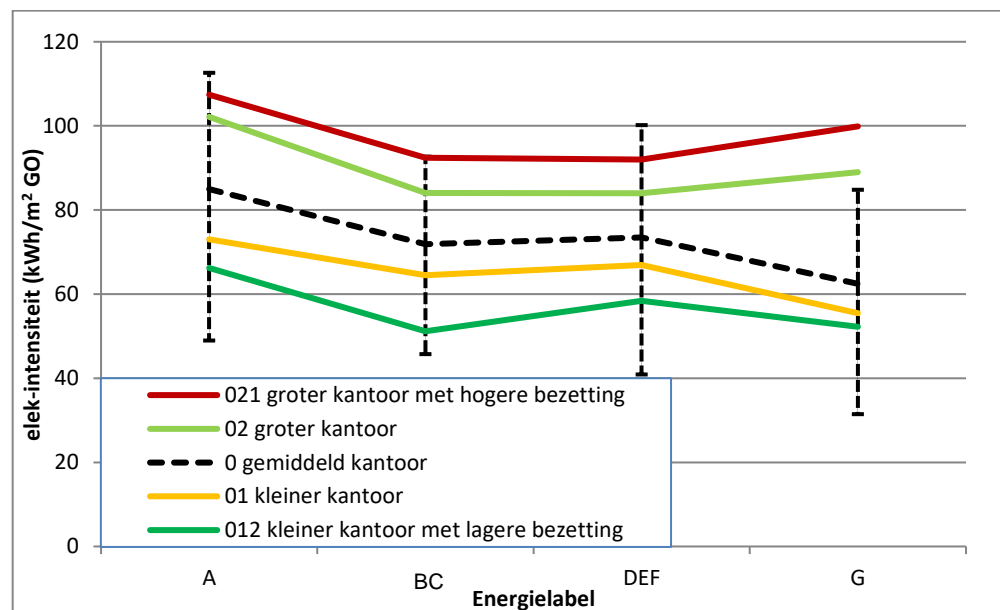
Figuur 4 Gemeten gasintensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=964 (kopie van Figuur 33)

Dit 'verklaren' komt voort uit een visuele analyse van figuren en is niet onderbouwd met een statistische toets. Naar beneden toe geldt dit voor de grootste, minst-

bezette kantoren. Dit wordt weergegeven in Figuur 4 waarin ook de 25-75% percentielen rondom het gemiddelde zijn meegenomen.

Voor de elektriciteitsintensiteit (Figuur 5) geldt hetzelfde, alleen is het effect van 'groter' en 'kleiner' nu tegengesteld, conform Tabel 1. De grenzen zullen naar verwachting verder uiteen liggen wanneer de populatiegrootte toeneemt. Klassen zijn dan verder op te delen en het originele bouwjaar kan dan meegenomen worden.

Figuur 5 Gemeten totale elektriciteitsintensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, enkel gasketels, N=865 (kopie van Figuur 57)

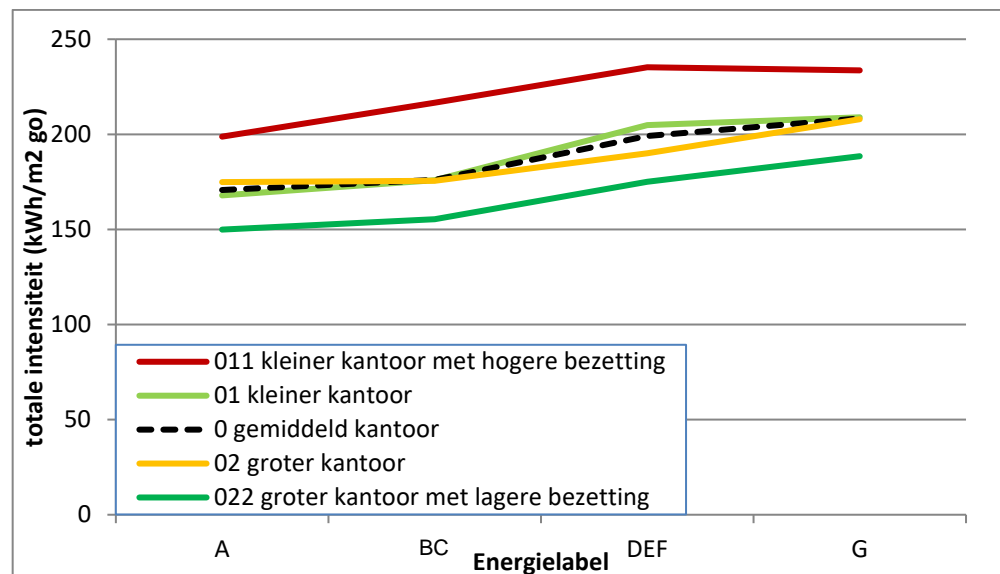


In Figuur 6 zijn het gemeten gas- en elektriciteitsverbruik samengevoegd⁷. Omdat het effect van kantoor grootte op de twee intensiteiten tegengesteld is, heffen deze elkaar grotendeels op. De bezettingsgraad op de intensiteit blijft onverminderd groot.

Overigens geeft deze figuur ook inzicht in het meerverbruik wanneer het label verslechterd, alhoewel dit niet het primaire doel van deze specifieke analyse is. Ten opzichte van labelklasse-A, verbruikt labelklasse-BC 3% meer kWh/m², labelklasse-DEF 17% en labelklasse-G 22% meer. De bezettingsgraad voor F- en G-labels neemt echter wat af, ook binnen de onderscheiden hogere- en lagere bezettingsklasse in deze figuur. Wanneer hiervoor gecorrigeerd zou worden (zie Hoofdstuk 6), zou het meerverbruik voor F en G nog wat hoger liggen.

⁷ Deze samenvoeging heeft na de statische analyses plaatsgevonden door eenvoudigweg het gemiddeld gas- en elektriciteitsverbruik van de vorige figuren bij elkaar op te tellen. Rekenkundig gezien gaat dit goed; maar omdat dit nu niet op individueel kantoor niveau is gebeurd, is er geen inzicht in de andere paramaters, zoals percentielen. Een aanbeveling is, wanneer de populatiegrootte is gegroeid, de analyse te herhalen en inzichtelijk te maken welk deel van de bandbreedte voor dit totale verbruik beschreven kan worden met de bezettingsgraad.

Figuur 6 Totale intensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, samengesteld vanuit **Figuur 4** en **Figuur 5**.



S.5 Het verbruik van de leegstaande voorraad (H5)

In dit hoofdstuk is gezocht naar het gas- en elektriciteitsverbruik van de volledig leegstaande voorraad, waar de Landelijke leegstandsmonitor 2017 (CBS, 2017) bij betrokken is. Deze monitor is opgezet om leegstand per individueel gebouw te identificeren. Voor de relatief kleine SPSS- kantorenpopulatie waar daadwerkelijk sprake is van ‘volledige’ leegstand, is het gas- en elektriciteitsverbruik nog opvallend hoog. Beide liggen op ongeveer twee derde van het in de vorige hoofdstukken gevonden gemiddeld verbruik. Het kantoor met het laagste verbruik, verbruikt toch nog 11% elektriciteit en 27% gas ten opzichte van gemiddeld. Belangrijk om te beseffen is dat niet de kantoren zijn meegenomen die daadwerkelijk *geen* verbruik hebben. Geconcludeerd kan dan enkel worden dat binnen de leegstaande populatie een deel kantoren nog een relatief hoog verbruik heeft, alhoewel niet bekend is wat de relatieve omvang van deze groep is; hiervoor is aanvullend onderzoek nodig.

S.6 De benchmarkmethodiek (H6)

In hoofdstuk 6 is de benchmarkmethodiek ontwikkeld die aan het begin van deze samenvatting reeds is genoemd. Het primaire doel van benchmarkdata is je eigen verbruik te vergelijken met situaties die vergelijkbaar zijn. Data en inzichten uit voorgaande hoofdstukken spelen hierbij een belangrijke rol. Er is gebruik gemaakt van de invloed van bouwjaar-, label-, en grootteklassen en bezettingsgraden op het gas- en elektriciteitsverbruik. Door deze relatie in figuren uit te zetten, zijn ‘best-fit’ functievoorschriften gevonden waarmee een gemiddeld verbruik bepaald kan worden voor kantoren die vergelijkbaar zijn met een eigen kantoor. Het eigen verbruik kan hiermee vergeleken worden. Er wordt hierbij nog gecorrigeerd voor de bezettingsgraad en de locatie in Nederland. De benchmarkmethodiek wordt ook in

de vorm van een Excel file aangeboden waarbij enkel de eigen situatie hoeft te worden ingevoerd.

Tabel 2 Procentuele afwijking berekende indicatieve gemiddelde intensiteit t.o.v. de werkelijke gemiddelde intensiteit, kopie van Tabel 20.

	Afwijking indicatieve- versus werkelijke gas- intensiteit	Afwijking indicatieve- versus werkelijke elektriciteits-intensiteit
Gehele gelabelde voorraad	102%	97%
Gehele niet-gelabelde voorraad	100%	106%

De methodiek is getest door elk afzonderlijk kantoor binnen de kantorenvorraad, waar de methodiek zelf uit voort is gekomen, van een indicatieve intensiteit te voorzien. Het indicatief gemiddeld verbruik lag dicht bij het werkelijk gemiddeld verbruik, zowel voor de gehele voorraad (zie Tabel 2), als voor subpopulaties binnen onderscheiden bouwjaar/label- en grootteklassen. Hiermee wordt de methodiek als accuraat en representatief wordt beschouwd.

S.7 Besparingspotentieel op basis van indicatieve en werkelijke kentallen (H7)

Omdat in Nederland het gemeten verbruik per individueel kantoor niet publiek toegankelijk is, wordt benchmarkdata voor onderzoeksdoeleinden ook toegepast om een indicatief verbruik te bepalen voor grotere kantorenpopulaties. Vaak wordt er dan gekeken naar een besparingspotentieel; denk aan de verplichting voor kantoren om in 2023 minimaal het niveau van label C te hebben bereikt. In dit onderzoek is aangetoond dat het op deze wijze berekend energiebesparingspotentieel zo'n 10 procentpunt lager uitvalt dan een potentieel berekend vanuit werkelijke intensiteiten.

Tabel 3 Verschil besparingspotentieel op basis van indicatieve- en werkelijke intensiteiten. Samenvoeging van Tabel 42 en Tabel 43.

Renoveren naar energielabel:	A	B	C	D	E	F	G
Besparingspotentieel op basis van indicatieve intensiteiten	3%	2%	2%	2%	2%	1%	0%
Besparingspotentieel op basis van werkelijke intensiteiten	14%	14%	13%	14%	13%	12%	10%
Verschil in %-punt werkelijk minus indicatief	11%	12%	11%	11%	12%	11%	10%

Tabel 3 toont dit aan. Deze tabel geeft het totaal energetisch besparingspotentieel bij een minimale label-eis. Wanneer deze eis bijvoorbeeld label C is, wordt er op grond van indicatieve intensiteiten 2% energie aan de meter bespaard. De berekende indicatieve besparing op het gasverbruik wordt grotendeels tenietgedaan door een berekend meerverbruik op elektriciteit. Op grond van werkelijke intensiteiten ligt dit potentieel veel hoger, namelijk op 13%. Er is nu sprake van zowel een besparing op het gas- als op het elektriciteitsverbruik.

Deze besparingspercentages verschillen aanzienlijk, ondanks dat het indicatieve verbruik vóór de renovatie vrijwel gelijk is aan werkelijk verbruik. De belangrijkste reden voor deze mismatch is de spreiding die geheel ontbreekt bij indicatieve intensiteiten. Dit is logisch, want deze intensiteiten komen zelf voort uit gemiddelden van gedefinieerde subpopulaties. De kantoren die het dan relatief slecht doen, juist ten opzichte van dit gemiddelde, en waar juist een groot kosteneffectief besparingspotentieel ligt, worden gemist met de indicatieve benadering.

Belangrijk om hierbij te beseffen is dat het beter inregelen van klimaatinstallaties nu wel onderdeel is geworden van het grotere besparingspotentieel, op basis van werkelijke intensiteiten. Het betreffende hoofdstuk legt dit verder uit. Ook wordt een strategie voorgesteld, waarmee rekenmodellen *toch* het werkelijk besparingspotentieel kunnen benaderen, uitgaande van indicatieve intensiteiten.

S.8 Aanbevelingen

Een aantal aanbevelingen betreffen specifiek het optimaliseren van de benchmarkmethodiek door parameters toe te voegen aan de benchmarkformule die in Hoofdstuk 6 wordt uitgewerkt:

- Optimaliseren benchmarkmethodiek gelabelde voorraad: bij de zoektocht naar een optimale benchmarkmethodiek en de strategie om indicatieve labels toe te kennen is het aan te bevelen de invloed van het originele bouwjaar binnen een labelklasse verder te onderzoeken. Dit geldt voor zowel de gas- als de elektriciteitsintensiteit. Deze aanbeveling is afkomstig uit hoofdstuk 3 en 4.
- Optimaliseren benchmarkmethodiek niet-gelabelde voorraad: de benchmarkdata voor de niet-gelabelde kantorenpopulatie is ingedeeld naar bouwjaarklassen. De gedachte hierachter is dat binnen eenzelfde bouwjaarklasse, vanwege de toen geldende bouwvoorschriften, kantoren ongeveer dezelfde energetische kwaliteit hebben. Figuren in Hoofdstuk 3 en 4 tonen echter, ondanks een grillige patroon, een trendmatigheid voor zowel de gas- als de elektriciteitsintensiteit naar *origineel* bouwjaar; ook binnen een onderscheiden bouwjaarklasse. Deze zou als additionele parameter de benchmarkmethodiek kunnen verbeteren.
- Een belangrijk aandachtspunt is dat op het moment een kantoor wordt gebenchmarkt tegen de energetische kwaliteit die vergelijkbare kantoren in 2016 hadden. Verbeteringen en modernisering die erna hebben plaatsgevonden, zijn nog niet meegenomen. Dit laatste zal vooral het geval zijn bij de niet-gelabelde voorraad, maar er is een indicatie dat ook de elektriciteitsintensiteit van de gelabelde voorraad door de jaren heen verandert. De belangrijkste aanbeveling in deze rapportage is de verandering door de jaren heen van intensiteiten naar bouwjaar- en labelklassen te analyseren. Dit kan relatief eenvoudig vanaf 2012 via de zogenaamde Klantenbestanden. Verbeter hiermee het inzicht voor factor [J] in de benchmarkformule. Hiermee blijft benchmarkdata afkomstig uit een bepaald zichtjaar (in deze studie het werkelijk verbruik in 2016) gedurende de jaren erna ook inzetbaar. Er hoeft dan minder vaak een update plaats te vinden. Deze aanbeveling is afkomstig uit hoofdstuk 6.

Overige aanbevelingen die in de hoofdstukken gedaan worden zijn hieronder samengevoegd.

Hoofdstuk 2

- Het ene kantoor is het andere niet. Het zou goed zijn om, uitgaande van diverse definities, systeemgrenzen en bronnen, de gehele dienstensector in Nederland in te delen naar vooraf gekozen gebouwtypen. Bij voorkeur wordt ook inzichtelijk gemaakt welk deel van deze voorraad inmiddels gelabeld is. Deze populaties kunnen vervolgens gebruikt worden om 'niet vervuilde' benchmark data te ontwikkelen, per gekozen gebouwtype.

Hoofdstuk 3

- Door twee recente zichtjaren met elkaar te vergelijken, hebben we voorzichtig kunnen concluderen dat zowel de gas- als de elektriciteitsintensiteit van oudere kantoren relatief sterker zijn afgenomen dan van recentere kantoren. Er is dus, zoals is te verwachten, relatief gezien meer gerenoveerd bij de oudere kantoren. Deze analyse zou herhaald kunnen worden vanaf 2012. Dit relateert aan monitoring; een dergelijke analyse zegt iets over het effect van uitgevoerde renovaties vanaf 2012, met een onderscheid naar bouwjaarklasse. Aangezien ook de verandering in toegewezen labels door de jaren heen bekend is, kan wellicht per renovatie (= een labelsprong) de gerealiseerde besparing bepaald worden.

Hoofdstuk 4

- Hoe energiezuiniger kantoren worden, hoe belangrijker het gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik zal worden, ook voor benchmarkdoeleinden. Het gemeten totaal elektriciteitsverbruik dat we in deze studie vinden is via deze 'big data' route niet op te delen in een gebouwgebonden- en gebruikersgebonden deel. Het is echter voor te stellen dat een *berekende gebouwgebonden* elektriciteitsintensiteit voor functies als koeling, ventilatie en verlichting wel degelijk tot een bepaalde mate betrouwbaar kan zijn. Hiermee zou ook het gebruikersgebonden deel bekend zijn. In dit onderzoek is hiervoor naar EPA berekeningen gekeken. Wij hebben onze vraagtekens bij het lage gebouwgebonden verbruik dat EPA berekent. Er kan echter ook gebruik gemaakt worden van een andere methodiek (zoals de NTA8800). Een andere mogelijkheid is een rekenmodel voor dit specifieke doel te ontwikkelen. Hier is meer onderzoek voor nodig.

Hoofdstuk 5

- Betrek het aantal werknemers dat bij het bepalen van leegstaande objecten voor de Landelijke Leegstandsmonitoring. In dit onderzoek is het aantal werknemers, omgezet naar een FTE, vanuit twee bronnen meegenomen.
- Aanvullend onderzoek kan de analyse van het energiegebruik van de leegstaande voorraad verbeteren. Met name de identificatie van helemaal geen verbruik binnen de huidige analyse kan beter, maar ook de logische ondergrenzen van kantoren die nog wel een bepaald gas- en elektriciteitsverbruik hebben, ondanks dat ze volledig leegstaan. Idealiter wordt hierbij een bekende populatie leegstaande kantoren betrokken, ter verificatie en optimalisatie van de 'big data' analyse.

Inhoudsopgave

	Samenvatting en aanbevelingen	3
	S.1 Representativiteit (H1)	4
	S.2 Eerste analyse bezettingsgraad (H2)	4
	S.3 Resultaten gas- en elektriciteitsintensiteiten (H3 & H4)	5
	S.4 Bandbreedtes rondom intensiteiten geëvalueerd (H3 & H4)	8
	S.5 Het verbruik van de leegstaande voorraad (H5)	10
	S.6 De benchmarkmethodiek (H6)	10
	S.7 Besparingspotentieel op basis van indicatieve en werkelijke kentallen (H7)	11
	S.8 Aanbevelingen.....	12
1	Inleiding	16
1.1	Chronologisch overzicht van de studies en de toegepaste systeemgrenzen	16
1.2	De huidige kantorenanalyse	18
1.3	Leeswijzer.....	19
2	Beschrijving SPSS kantorenpopulatie	20
2.1	Inleiding	21
2.2	De representativiteit van de SPSS kantorenvorraad.....	21
2.3	De SPSS kantorenvorraad nader bekeken; grootteklassen en bouwjaarklassen.....	22
2.4	De gelabelde SPSS kantorenvorraad nader bekeken.....	25
2.5	De analyse van het ruimtegebruik per werknemer	29
2.6	Samenvatting.....	34
3	Kantoren gasintensiteiten	36
3.1	Inleiding	36
3.2	Gehele SPSS kantorenvorraad	36
3.3	Gelabelde versus niet-gelabelde voorraad verbruiksjaar 2016	41
3.4	Gelabelde voorraad verbruiksjaar 2016 versus 2015.....	43
3.5	Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen	45
3.6	Overige aspecten.....	54
3.7	Samenvatting.....	61
4	Kantoren elektriciteitsintensiteiten.....	63
4.1	Inleiding	63
4.2	Gehele SPSS kantorenvorraad	63
4.3	Gelabelde versus niet-gelabelde voorraad verbruiksjaar 2016	67
4.4	Gelabelde voorraad verbruiksjaar 2016 versus 2015.....	70
4.5	Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen	73
4.6	Overige aspecten.....	82
4.7	Samenvatting.....	89
5	Het verbruik van de leegstaande voorraad	91
5.1	Inleiding	91
5.2	Relatie met de invloed van de bezettingsgraad	91
5.3	Landelijke Leegstandsmonitoring versus LISA/ABR	91
5.4	Analyse gas- en elektriciteitsintensiteiten	92
5.5	Samenvatting.....	94

6	De benchmarkmethodiek.....	95
6.1	Inleiding	95
6.2	Modus, mediaan, gemiddelde, standaarddeviatie en percentielen	96
6.3	De invloed van de bezettingsgraad	97
6.4	Ontwikkeling benchmark methodiek.....	99
6.5	Uitvoer Excel benchmark.....	107
6.6	Testen benchmarkmethodiek via indicatieve intensiteiten	111
6.7	Samenvatting.....	114
7	Besparingspotentieel op basis van indicatieve en werkelijke intensiteiten..	115
7.1	Inleiding	115
7.2	De toegepaste methode	116
7.3	Niet-gelabelde voorraad besparingspotentieel.....	117
7.4	Gelabelde voorraad besparingspotentieel.....	125
7.5	Besparingspotentieel voor de totale voorraad	130
7.6	Samenvatting.....	131
	Referenties.....	132

Bijlage(n)

- A Beschrijving SPSS bestand vanuit CBS
- B Aanvulling analyse ruimtegebruik per werknemer
- C Relatie intensiteiten origineel bouwjaar en labelklassen
- D Originele en voor uitschieters gecorrigeerde intensiteiten
- E Parameters benchmarkformule
- F Niet-gelabelde voorraad totaal besparingspotentieel
- G Gelabelde voorraad totaal besparingspotentieel
- H Inzicht analyses naar populatiegrootte en samenhang eerdere onderzoeken

Update februari 2020:

- het gebruik van 'gewogen gemiddelde' en 'ongewogen gemiddelde' is op diverse locaties gecorrigeerd.
- Plaatje voorkant aangepast.
- Engelse samenvatting toegevoegd aan publicatiewebsite.

1 Inleiding

In deze studie is een nieuwe benchmark voor kantoren ontwikkeld. De benchmark geeft aan hoe goed een willekeurig kantoor het energetisch gezien doet ten opzichte van vergelijkbare kantoren. Ligt het gasverbruik hoger, en zo ja, hoeveel hoger? De toevoeging 'nieuwe' verwijst naar het feit dat een aantal jaren terug door ECN al een methodiek is ontwikkeld (zie de volgende paragraaf). Deze nieuwe methode is hier een update van en neemt extra parameters mee, zoals het effect van de bezettingsgraad, en maakt een onderscheid naar de gelabelde- en niet-gelabelde voorraad. De kentallen van de benchmark kunnen ook gebruikt worden voor het inschatten van een indicatief verbruik van een willekeurig kantoor⁸.

Aanleiding voor het ontwikkelen van een nieuwe benchmark komt voort uit een analyse van het werkelijk verbruik van de gelabelde en niet-gelabelde kantorenvorraad. Hier werd een gegeven moment een analyse aan toegevoegd waarmee het energieverbruik van de leegstaande voorraad werd bepaald. Toen ook het effect van de bezettingsgraad op energie-intensiteiten werd meegenomen, was het logisch alle nieuwe inzichten te combineren in een nieuwe benchmarkmethodiek.

Kentallen van de benchmark moeten echter wel passen bij het te benchmarken gebouw. Het is daarom belangrijk inzicht te hebben in de geanalyseerde populatie waar de kentallen uit voortkomen; welke gebouwen en verbruiken zijn wel/niet meegenomen en onder welke voorwaarden is het werkelijk verbruik geanalyseerd? Bij het energiegebruik voor de toepassing ruimteverwarming (in Nederland nu nog meestal aardgas) is het bovendien belangrijk te weten over welk verbruiksjaar het gaat, of er een correctie voor graaddagen heeft plaatsgevonden, en zo ja, welke methode hiervoor is gekozen.

1.1 Chronologisch overzicht van de studies en de toegepaste systeemgrenzen

De afgelopen jaren heeft ECN.TNO samen met RVO en het CBS gas- en elektriciteitsintensiteiten voor diverse gebouwtypen binnen de dienstensector geproduceerd. Deze kentallen geven het gas- en elektriciteitsverbruik per vierkante meter gebruiksoppervlak (m² GO). Gepubliceerd zijn eerder:

- 2016: Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen; over verbruiksjaar 2013, betreft 24 gebouwtypen, met gemiddelde kentallen en kentallen naar (combinaties van) gebouw grootte en bouwjaarklassen (Sipma & Rietkerk, 2016), [publicatie](#)
- 2017: Energielabels en het daadwerkelijk energiegebruik van kantoren; over verbruiksjaar 2015 (Sipma, Kremer, & Vroom, 2017), [publicatie](#)
- 2018: Energielabels en het daadwerkelijk energiegebruik van scholen en huizen in de zorg; over verbruiksjaar 2015, (Sipma & Niessink, 2018), [publicatie](#)
- 2019: Het daadwerkelijk energiegebruik van gelabelde en niet-gelabelde restaurants; over verbruiksjaar 2016, (Sipma, 2019), [publicatie](#)

⁸ Bij deze laatste toepassing is overigens voorzichtigheid geboden, aangezien het kan leiden tot verkeerde inzichten rondom het besparingspotentieel, zoals in Hoofdstuk duidelijk zal worden.

- 2019: Het daadwerkelijk energiegebruik van kantoren en de invloed hierop van grootte, bouwjaar, energielabel en de bezettingsgraad; over verbruiksjaar 2016; dit is de huidige studie

In **2016** zijn 24 gebouwtypen geanalyseerd naar gas- en elektriciteits-intensiteiten. De populatie was daarbij opgedeeld naar grootteklassen, bouwjaarklassen en grootteklassen binnen bouwjaarklassen. Het betrof de gebouwenpopulaties waarvoor het CBS de werkelijke verbruiksgegevens kon koppelen. Dit gebeurde echter op het niveau van [BAG-vbo's](#). Er was geen onderscheid gemaakt naar het type verwarmingssysteem, alhoewel vbo's aangesloten op warmtelevering niet waren meegenomen. Er was een minimaal en maximaal verbruik ingesteld, waarmee (onbetrouwbare) extremen getracht zijn buiten te sluiten van de analyse. Dit filter was afhankelijk van het type verwarmingssysteem. Het CBS had diverse databestanden aan elkaar gekoppeld waarmee het gebouwtype, het bouwjaar, de grootte en het verwarmingssysteem geïdentificeerd werden. Deze beschreven methode geldt in principe ook voor de studies die er op volgden, inclusief de onderhavige, en wordt in hoofdstuk 2 van (Sipma & Rietkerk, 2016) uitgebreider besproken. In Bijlage A van (Sipma et al., 2017) beschrijft het CBS wat uitvoeriger de gekoppelde databronnen.

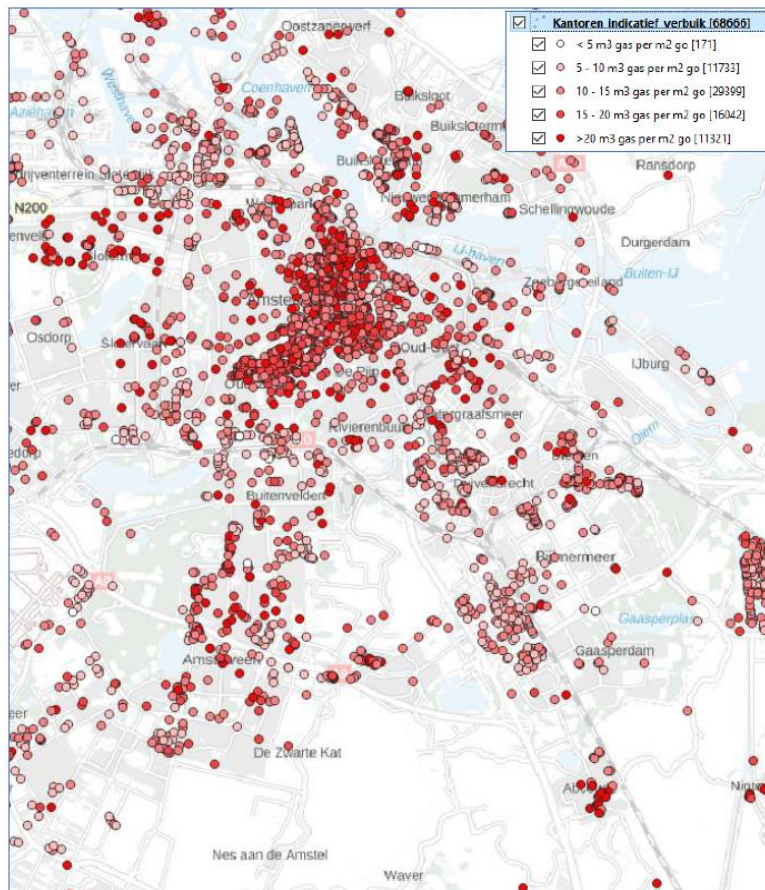
De data uit deze eerste kentallenstudie uit 2016 kunnen gebruikt worden om het gas- en elektriciteitsverbruik van bijvoorbeeld willekeurige kantoren te bepalen, op grond van bouwjaarklasse en grootte. We noemen dit het 'indicatief verbruik'. Dat hier een bepaalde mate van voorzichtigheid is geboden, zal in Hoofdstuk 7 duidelijk worden. Ook kan een kantoor waarvan het verbruik bekend is worden gebenchmarkt tegen het gemiddeld werkelijk verbruik van de overeenkomstige deelpopulatie. Zodoende weet men of het kantoor 'beter of slechter' presteert. Door het meenemen van percentielen weet men ook 'hoeveel beter of slechter' het kantoor presteert. Alhoewel (een deel) van de bestaande kantoren met een ander verwarmingssysteem dan een gasketel onderdeel uitmaakten van de geanalyseerde populatie, geldt de benchmark toch enkel voor kantoren met een gasketel, aangezien dit verreweg het grootste aandeel in de populatie betrof. De data is beschikbaar als een 'Kentallen Excel file', die aan de publicatie is toegevoegd.

In **2017** zijn de kantoren opnieuw geanalyseerd, maar dan specifiek de gelabelde voorraad. Hiervoor was de labeldatabase toegevoegd aan de al gekoppelde databronnen. Alleen de kantoren met een gasketel zijn geanalyseerd. Bovendien was er voor gekozen enkel BAG panden mee te nemen, die uit slechts één kantoor-vbo bestaan. De grootte van het pand en het vbo zijn dan identiek. Bovendien zijn alle kantoren onderdeel van de dienstensector. Het aantal beschikbare cases is hierdoor kleiner in vergelijking tot het 2016 onderzoek, maar de onderlinge variatie ook. Werkelijk- en berekend verbruik zijn met elkaar vergeleken. Hiermee werd het mogelijk kantoren op grond van energielabel (in plaats van bouwjaarklasse) en grootte te benchmarken. De data hiervoor bevinden zich in de bijlagen van de rapportage. Ook werd het hiermee mogelijk het indicatief verbruik van een willekeurig kantoor te bepalen wanneer het zou worden gerenoveerd naar bijvoorbeeld een C, B of A-label.

In **2018** zijn ook de gelabelde basisscholen, scholen binnen het voortgezet- en hoger onderwijs en tehuizen in de zorg geanalyseerd. Deze publicatie bevat data in

de bijlagen die ook ingezet kunnen worden voor benchmarkdoeleinden. De tabellen hebben een wat andere structuur en zijn daarom niet toegevoegd aan de 2016 Kentallen Excel file. Dezelfde methodiek is toegepast als in 2017. Als extra dimensie is het aantal leerlingen meegenomen en de invloed van leegstand op de kentallen geanalyseerd.

In **2019** volgde de publicatie van gelabelde en niet-gelabelde restaurants, over verbruiksjaar 2016. Het gas- en elektriciteitsverbruik kan nu niet meer los van elkaar worden gezien en is daarom samengevoegd tot een totaal verbruik.



De kantorenstudies zijn onlangs gecombineerd in een **GIS-kaart** met hierin opgenomen de gehele kantorenvorraad in Nederland, voorzien van het huidige indicatieve verbruik en het verbruik na een hypothetische labelverbetering. Als definitie van het begrip 'kantoor' is hierbij uitgegaan van een BAG-pand waarin zich minimaal 1 kantoor-vbo bevindt, waarbij alle kantoor-vbo's tezamen minimaal 50% van het pandoppervlak voor hun rekening nemen. Ook is een indicatie van kantoren binnen warmtedistricten aanwezig. Deze kaart en de beschrijving ervan is beschikbaar via de auteur.

1.2 De huidige kantorenanalyse

In **2019** is de analyse voor kantoren herhaald, over het verbruiksjaar 2016, waar deze onderhavige rapportage uit voort is gekomen. Aanvullend zijn nu de bezettingsgraad en een leegstandsindicatie vanuit de Landelijke leegstandsmonitor 2017 (CBS, 2017) meegenomen, waarmee een groter deel van de bandbreedte (de onderlinge verschillen binnen de kantorenpopulatie) kan worden verklaard. In Bijlage A geeft het CBS een beschrijving van het klaargezette SPSS kantorenbestand, waarin ook beschreven wordt hoe deze nieuwe parameters zijn meegenomen.

De analyses betreffen het gas- en elektriciteitsverbruik over het jaar 2016 uit de klantenbestanden van het CBS. Gegevens uit de energielabeldatabase van RVO

(stand 31 december 2016) zijn op adresniveau gekoppeld. Met SPSS zijn analyses uitgevoerd voor de standaard statistische maten, zoals gemiddelden, percentielen, standaard deviaties, etc. In deze rapportage worden in de hoofdstukken enkel gemiddelden en soms percentielen besproken. Het is belangrijk om te beseffen dat er vrijwel altijd sprake is van een grote bandbreedte rondom gemiddelde. Data achter opgenomen figuren en tabellen zijn op aanvraag via de auteur beschikbaar (dit betreft ook niet getoonde centrummaten en spreidingsgetallen). Een Excel met benchmarkdata (gerelateerd aan Hoofdstuk 6) is beschikbaar via de webpagina van de publicatie.

Resultaten worden gepresenteerd naar diverse detailniveaus. Het meest gedetailleerd is een analyse van intensiteiten opgedeeld naar drie niveaus; ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen binnen labelklassen (paragraaf 3.5.6 voor gasverbruik en 4.5.6 voor het elektriciteitsverbruik). De ene keer zal het mogelijk zijn de resultaten voor alle labelklassen te tonen, een andere keer zijn labelklassen (of andere klassen) samengevoegd. Ook de regels van het CBS om te voorkomen dat data terug te herleiden is tot individuele cases spelen hierbij een rol.

Er kon geen onderscheid worden gemaakt naar kantoren met een A-label en kantoren die één of meerdere plusjes aan het A-label toegewezen hebben gekregen. De reden hiervoor is dat het voor de energie-index in het labelbestand niet duidelijk was of het bepaald was via de zogenaamde basis- of detailmethode; zie paragraaf 1.2 van (Sipma et al., 2017). Label A in dit document is dus een combinatie van label A en label A-met-plusjes.

1.3 Leeswijzer

In deze rapportage zijn we voor de ontwikkeling van de benchmarkmethodiek enerzijds op zoek naar puur kwantitatieve kentallen. Anderzijds zoeken we ook het kwalitatieve verhaal achter deze kentallen. Welke (combinatie van) factoren zorgen ervoor dat intensiteiten toe- dan wel afnemen? Welke factoren verklaren de grote bandbreedte rondom gemiddelde waarden? Waarom wijkt een berekend verbruik zoveel af van een gemeten verbruik? Met 'factoren' wordt hierbij voornamelijk bedoeld op grootte-, bouwjaar- en labelklassen, aangevuld met bezettingsgraden (welke zelf een relatie hebben met diverse typen leegstand).

Vanwege de statische aard van de analyses komen in deze rapportage vele tabellen en figuren aan bod met gemiddelde waarden, soms aangevuld met bandbreedtes en percentielen. Veel hangt eigenlijk met elkaar samen. Vaak worden daarom relaties gelegd naar eerder getoonde figuren, maar ook naar figuren die later aan bod komen.

Hieronder wordt per hoofdstuk kort aangegeven wat er wordt behandeld. Een wat uitgebreidere beschrijving wordt in de inleiding van het betreffende hoofdstuk zelf gegeven.

In **hoofdstuk 0** wordt de SPSS kantorenpopulatie beschreven voordat we het gas- en elektriciteitsverbruik verder gaan analyseren. We kijken naar de representativiteit van de populatie door o.a. de opbouw naar grootte-, bouwjaar en labelklassen te analyseren. Deze factoren beïnvloeden de gas- en elektriciteitsintensiteiten die we in latere hoofdstukken vinden. Een relatief uitgebreide analyse (deels als Bijlage B

opgenomen) besteedt aandacht aan het ruimtegebruik per werknemer, uitgedrukt als m² GO per FTE. Dit ruimtegebruik is een maat voor de bezettingsgraad en een indicatie voor de aanwezigheid van leegstand. Dit inzicht is belangrijk bij de benchmarkdata van hoofdstuk 6 waar de bezettingsraad als een correctiefactor wordt geïntroduceerd. De invloed van grootte-, bouwjaar- en labelklassen op de bezettingsgraad wordt geanalyseerd.

In **hoofdstuk 3** worden de analyses van gasintensiteiten uitgewerkt. Resultaten worden vergeleken met de eerdere kantorenstudie (Sipma et al., 2017). De focus ligt voornamelijk bij de gelabelde voorraad. De gemiddelde gasintensiteit voor de gehele SPSS kantorenvorraad wordt bepaald en in een historische ontwikkeling geplaatst. Hieruit volgt een indicatie voor wat renovaties aan gasreductie hebben opgeleverd. Gekeken wordt naar het effect van (combinaties) van grootte-, bouwjaar- en labelklassen, aangevuld met bezettingsgraden. Het primaire doel is de invloed van deze factoren op de intensiteiten te begrijpen, en een deel van de mismatch tussen berekend versus gemeten kwalitatief te verklaren. **Hoofdstuk 4** doet vrijwel hetzelfde voor de elektriciteitsintensiteiten. Het verschil tussen gemeten- en berekend verbruik zegt nu theoretisch iets over het gebruikersgebonden verbruik.

In **hoofdstuk 5** wordt het gas- en elektriciteitsverbruik van (volledige) leegstaand geanalyseerd. Hier wordt voor het eerst de Landelijke leegstandsmonitor 2017 (CBS, 2017) bij de analyse betrokken.

In **hoofdstuk 6** worden de inzichten van voorgaande hoofdstukken verwerkt tot een benchmarkmethodiek. Er wordt hierbij een onderscheid gemaakt naar de gelabelde- en niet-gelabelde voorraad. De benchmark wordt getest door indicatieve verbruiken toe te kennen aan de kantoren waar de benchmark zelf uit voort is gekomen.

Benchmarkdata kan ook worden toegepast om een indicatief gas- en elektriciteitsverbruik te bepalen, wanneer deze niet bekend is. In rekenmodellen wordt dit regelmatig gedaan voor grotere populaties kantoren. Een daarna berekend indicatief besparingspotentieel bij een bepaalde minimale label-eis, wordt dan onderschat, zal uit **Hoofdstuk 7** blijken. Er wordt een strategie voorgesteld om hiervoor te corrigeren.

Er volgen 8 bijlagen waarnaar verwezen wordt in de hoofdstukken. **Bijlage H** is wellicht handig om van te voren toe te lichten. Deze bijlage geeft meer inzicht in de samenhang van analyses en toont voor hoofdstukken en paragrafen (1) welk deel van de populatie is geanalyseerd (gelabeld, niet-gelabeld, totale populatie), (2) de grootte [N] van de geanalyseerde populatie, (3) of er wordt vergeleken met eerdere onderzoeken en (4) of de EPA berekende intensiteit is meegenomen in de analyse. De grootte van de populatie is overigens ook vermeld in de titel van de figuren die de resultaten tonen. Beschrijving SPSS kantorenpopulatie

2 Beschrijving SPSS kantorenpopulatie

2.1 Inleiding

In hoofdstuk 0 wordt de SPSS kantorenpopulatie beschreven voordat we het gas- en elektriciteitsverbruik verder gaan analyseren.

In paragraaf 2.2 wordt gekeken naar de representativiteit van de beschikbare SPSS kantorenpopulatie. Ook wordt ingegaan op het begrip 'kantoor', dat onderhevig is aan definitiekwesties en systeemgrenzen. In paragraaf 2.3 wordt de samenstelling van de kantorenpopulatie naar grootte- en bouwjaarklassen bekeken. Deze factoren beïnvloeden de gas- en elektriciteitsintensiteiten die we in latere hoofdstukken vinden. In plaats van daar naar toe te verwijzen, worden een aantal eindresultaten al binnen dit hoofdstuk gepresenteerd. In paragraaf 2.4 wordt hier het gelabelde deel uit gedestilleerd, en vindt een zelfde soort analyse plaats.

Paragraaf 2.5 besteedt samen met Bijlage B aandacht aan het ruimtegebruik per werknemer, uitgedrukt als m² GO per FTE. Dit ruimtegebruik is een maat voor de bezettingsgraad. Is er meer ruimte, dan kan dit duiden op leegstand. Dit inzicht is belangrijk bij de benchmarkdata van hoofdstuk 6 waar de bezettingsraad als een correctiefactor wordt geïntroduceerd. De paragraaf analyseert de invloed van grootte-, bouwjaar- en labelklassen op de bezettingsgraad. Deze afhankelijkheden komen ook terug bij de analyse van de gas- en elektriciteitsintensiteit in de volgende hoofdstukken. In de laatste paragraaf volgt de samenvatting.

2.2 De representativiteit van de SPSS kantorenavoorraad

Wanneer gesproken wordt over 'de SPSS kantorenavoorraad', verwijst dit naar de kantorenavoorraad die voor dit project is geselecteerd voor verdere analyse naar gas- en elektriciteitsintensiteiten. Op het hoogste niveau zijn dit alle BAG panden binnen de dienstensector waarin zich slechts één kantoor-vbo bevindt. Het vbo heeft dan dus dezelfde grootte, hetzelfde bouwjaar en eventueel hetzelfde energielabel als het gehele pand. Bijlage A gaat verder in op de details en kwantificeert welk deel hiervan is meegenomen en is voorzien van een valide gas- en elektriciteitsverbruik. Deze percentages liggen hoog waarmee we de uitspraak durven doen dat de beschikbare SPSS populatie representatief is binnen de gekozen systeemgrenzen. Bovendien gaan we er van uit dat naarmate we naar meerdere dimensies kijken, bijvoorbeeld grootteklassen binnen bouwjaar- of labelklassen, en corrigeren voor de bezettingsgraad, de representativiteit van de bepaalde gemiddelde intensiteiten toeneemt.

Toch is niet bekend hoe representatief dit is voor de gehele Nederlandse kantorenavoorraad, maar dit heeft een andere reden. Het begrip 'kantoor' is namelijk een flexibel begrip, vanwege diverse systeemgrenzen die kunnen worden gekozen. Hoeveel procent van het totaal pandoppervlak moet de BAG-functie 'kantoor' hebben, willen we het pand nog als een kantoor beschouwen? Welke minimale grootte van een kantoor is nog interessant om mee te nemen in een analyse?

Onlangs kwamen de auteur samen met RVO tot het volgende inzicht (getallen zijn echter indicatief en niet gecorrigeerd voor type oppervlaktemaat):

- Wanneer enkel de kantoorfuncties wordt geselecteerd, gaat de WOZ (gekoppeld aan de BAG) uit van 78.000 kantoor-vbo's, die samen 46,5 miljoen m² aan oppervlak innemen.
- Wanneer een grootte van 500 m² voor de ondergrens wordt aangehouden, blijven er volgens (Bak, 2018) nog 'slechts' ruim 15.000 kantoorpanden over die gezamenlijk 49 miljoen m² innemen.
- Wanneer je in de BAG alle 99.000 vbo's bij elkaar optelt die enkel de kantoorfunctie vervullen, krijg je 67 miljoen m² kantooroppervlak
- Wanneer je in de BAG vbo's eerst aggregeert tot panden, en vervolgens enkel de panden selecteert die voor minimaal 50% de kantoorfunctie vervullen, verkrijg je 69.000 BAG-panden met een oppervlak van 117 miljoen m².
- De WOZ gaat uit van 224 miljoen m² aan oppervlak, uitgaande van vbo's die in ieder geval de kantoorfunctie vervullen, maar mogelijk ook met andere functies zijn gelabeld (220.000 vbo's). In de BAG zelf worden overigens 'slechts' 135.000 vbo's gevonden waar in ieder geval de kantoorfunctie aan hangt.

Aanbeveling: het zou goed zijn om, uitgaande van diverse definities, systeemgrenzen en bronnen, de gehele dienstensector in Nederland in te delen naar vooraf gekozen gebouwtypen. Bij voorkeur wordt ook inzichtelijk gemaakt welk deel van deze voorraad inmiddels gelabeld is. Deze populaties kunnen vervolgens gebruikt worden om 'niet vervuilde' benchmark data te ontwikkelen, per gekozen gebouwtype.

2.3 De SPSS kantorenavoorraad nader bekeken; grootteklassen en bouwjaarklassen

Er zijn 16.252 kantoren aanwezig in het SPSS bestand. Een deel van de voorraad is voorzien van een label, en/of een gemeten en/of berekend gasverbruik, en/of een bezettingsgraad (zie ook Bijlage A). Tabel 4 toont de procentuele opdeling van de SPSS kantorenavoorraad naar grootteklassen⁹, bouwjaarklassen¹⁰ en naar de verdeling van grootteklassen over bouwjaarklassen. Bij een hoger percentage is een groter deel van de cel ingekleurd. Per grootteklasse is de verticale sommatie

⁹ In de SPSS kantorenpopulatie is primair de BAG-grootte leidend. Wanneer niet beschikbaar, is de grootte vanuit Dataland overgenomen. De grootte in de Labeldatabase wijkt op het eerste gezicht extreem af. Nadere analyse toonde echter aan dat in relatief veel situaties decimalen als geheel getal voor de komma zijn terechtgekomen waardoor een relatief groot aantal kantoren exact 100 maal groter lijken te zijn. Wanneer hiervoor wordt gecorrigeerd, heeft 60% van de kantoren in de Labeldatabase een grootte die maximaal 10% afwijkt van wat we in de BAG/Dataland vinden. Bij zo'n 20% wijkt de grootte tot maximaal 50% af. Het verdient aanbeveling hier de volgende keer dieper in te duiken. Relatie grootte volgens BAG/Dataland versus Labeldatabase volgens 2-tailed Pearson toets origineel 0,198; na correctie 0,887 (N=2.557; de gelabelde voorraad).

¹⁰ In de SPSS kantorenpopulatie is primair het BAG-bouwjaar leidend. Wanneer niet beschikbaar, is het bouwjaar van Dataland overgenomen. De gelabelde voorraad heeft ook een bouwjaar vanuit de labeldatabase. Wanneer we enkel kijken naar de bouwjaar vanaf 1975 en drie jaar als acceptabele marge nemen (constructietijd), dan komt 86% van de bouwjaar uit de labeldatabase overeen met het BAG/Dataland bouwjaar. Ongeveer 6% wijkt 4 tot 10 jaar af, nogmaals 6% wijkt 11 tot 50 jaar af, 1% wijkt meer dan 50 jaar af. Wanneer het bouwjaar uit de labeldatabase ouder is dan vanuit BAG/Dataland, gaan we er van uit dat deze nauwkeuriger is. Wanneer het bouwjaar uit de labeldatabase jonger is, gaan we er van uit dat dit een moment van renovatie is en kiezen we BAG/Dataland. Dit voorkomt een deel van de G-labels geplaatst bij relatief recente BAG/Dataland kantoren. Relatie bouwjaar volgens BAG/Dataland versus Labeldatabase volgens 2-tailed Pearson toets: 0,832 (N=2.557; de gelabelde voorraad)

van de cellen die blauw zijn ingekleurd dus 100% (niet weergegeven). In de eerste kolom links wordt een indicatie gegeven van het energielabel dat theoretisch geldt voor de energetische kwaliteit van de betreffende bouwperiode, volgens bijlage E in (Sipma et al., 2017). In paragraaf 3.3.1 zal blijken dat deze theoretische indicatie redelijk overeenkomt met wat we nu in de praktijk vinden.

Tabel 4 Procentuele verdeling kantoren naar (1) grootteklassen, (2) bouwjaarklassen, en (3) grootteklassen verdeeld over bouwjaarklassen. Bij een hoger percentage is een groter deel van de cel ingekleurd. N=16.252

indicatie origineel label	Bouwjaarklassen:	(2) Totaal naar bouwjaar- klassen	(3) Verdeling grootteklassen over bouwjaarklassen						
			01_tot 250	02_251 tot 500	03_501 tot 1.000	04_1.001 tot 2.500	05_2.501 tot 5.000	06_5.001 tot 10.000	07_vanaf 10.001
G	01_tot en met 1921	23%	21%	34%	28%	12%	5%	4%	4%
G	02_1922 tot en met 1966	18%	25%	19%	14%	10%	9%	10%	12%
G	03_1967 tot en met 1976	8%	10%	8%	7%	7%	8%	10%	16%
F	04_1977 tot en met 1988	13%	11%	10%	13%	19%	23%	24%	16%
D+E	05_1989 tot en met 1996	14%	11%	11%	14%	20%	20%	17%	20%
B+C	06_1997 tot en met 2010	22%	20%	17%	22%	29%	32%	32%	28%
A	07_vanaf 2010	2%	2%	1%	2%	3%	3%	2%	3%
(1) Totaal naar grootteklassen:			31%	25%	19%	15%	6%	3%	1%

Observaties en verwachtingen:

1. Er zijn veel meer kleinere kantoren aanwezig; ruim 56% is kleiner dan 500 m². We weten al vanuit eerdere analyses dat kleinere gebouwen een hogere gas- en lagere elektriciteitsintensiteit hebben.
2. Er zijn meer oudere kantoren; ruim 60% is voor 1989 gebouwd, waar origineel een energielabel F of G bij past. We weten al vanuit eerdere analyses, dat oudere gebouwen over het algemeen een hogere gas- en lagere elektriciteitsintensiteit hebben; net als bij de slechtere versus betere labels (Sipma et al., 2017). Redenen hiervoor zijn een hogere bezettingsgraad en waarschijnlijk meer ICT-toepassingen. Hierdoor neemt voornamelijk het persoonsgebonden verbruik toe.
3. Gecombineerd: een groter aandeel kleinere gebouwen bevindt zich bij de oudere bouwjaarklassen en visa versa. Linksboven in Tabel 4 zal de gasintensiteit 'extra' toenemen vanwege de verhogende effecten van zowel 'oud' als 'klein'; rechtsonder zal deze 'extra' afnemen. De pijl visualiseert dit. Voor de elektriciteitsintensiteit werkt dit juist tegengesteld; linksboven 'extra laag', rechtsonder 'extra hoog'.

Tabel 5 toont in principe hetzelfde, maar nu wordt de verdeling andersom gegeven; bouwjaarklassen over grootteklassen. Per bouwjaarklasse is de horizontale sommatie van de cellen die groen zijn ingekleurd dus 100% (niet weergegeven). Als observatie kunnen we aanvullen:

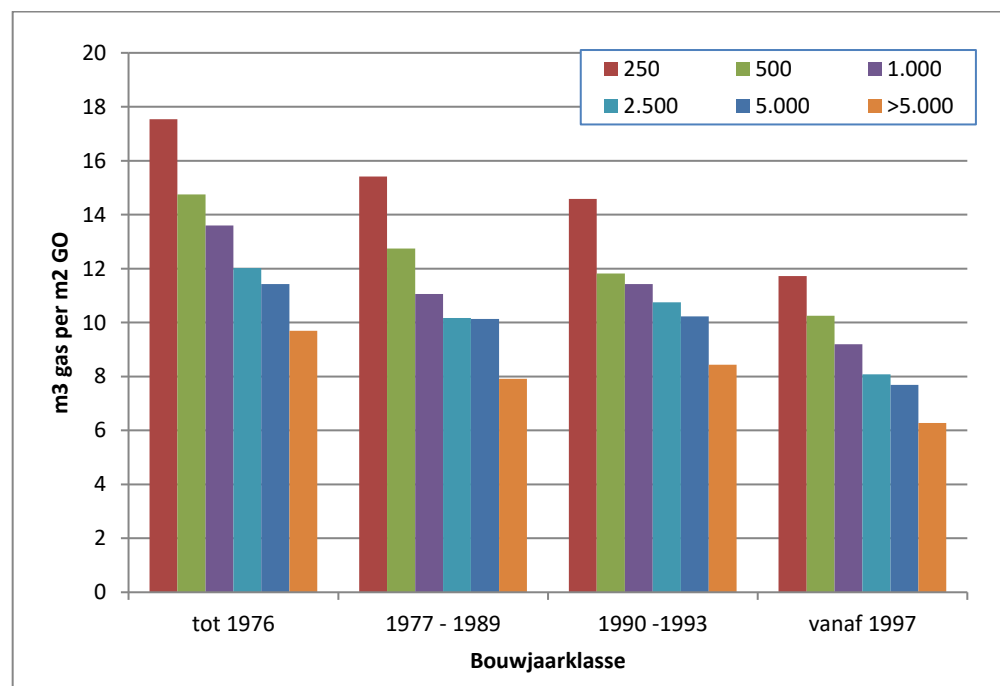
4. Alhoewel de grootste kantoren meer bij de recentere bouwjaarklassen staan (voorgaand punt 3), zijn er eenvoudigweg zo veel meer kleinere kantoren, dat deze ook daar domineren. Een verlagend effect op de gasintensiteit rechtsonder zal voornamelijk afkomstig zijn van een recenter bouwjaar.

Tabel 5 Procentuele verdeling kantoren naar (1) grootteklassen, (2) bouwjaarklassen en (3) bouwjaarklassen verdeeld over grootteklassen. Bij een hoger percentage is een groter deel van de cel ingekleurd. N=16.252

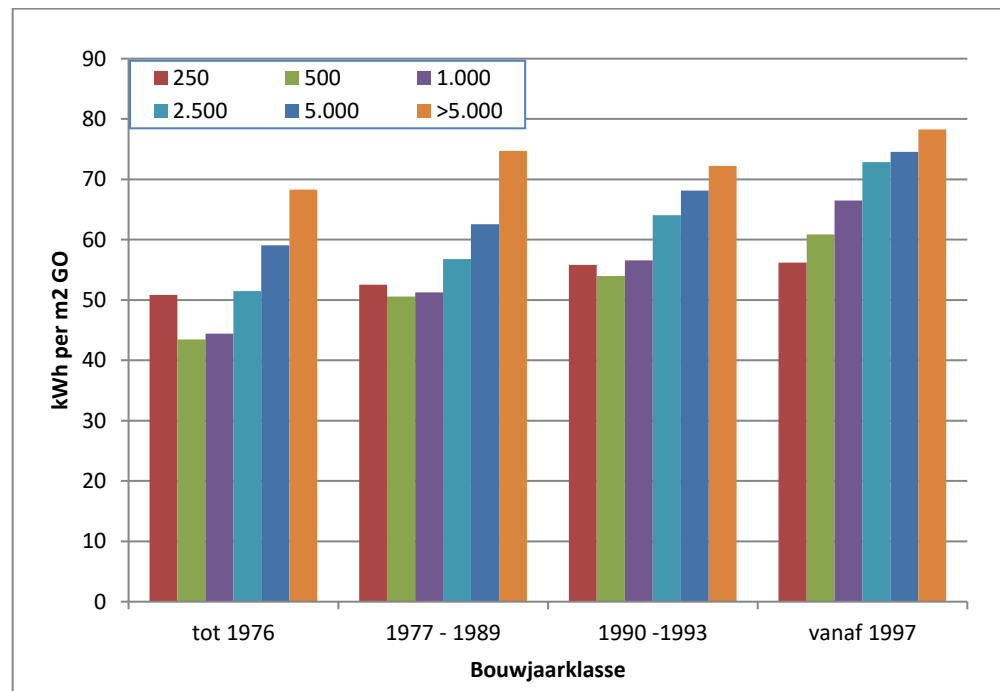
indicatie origineel label	Bouwjaarklassen:	(2) Totaal naar bouwjaar- klassen	(3) Verdeling bouwjaarklassen over grootteklassen						
			01_tot 250	02_251 tot 500	03_501 tot 1.000	04_1.001 tot 2.500	05_2.501 tot 5.000	06_5.001 tot 10.000	07_vanaf 10.001
G	01_tot en met 1921	23%	29%	37%	24%	8%	1%	0%	0%
G	02_1922 tot en met 1966	18%	44%	26%	15%	9%	3%	2%	1%
G	03_1967 tot en met 1976	8%	36%	23%	17%	13%	6%	3%	2%
F	04_1977 tot en met 1988	13%	26%	19%	18%	21%	10%	5%	2%
D+E	05_1989 tot en met 1996	14%	24%	20%	20%	22%	9%	3%	2%
B+C	06_1997 tot en met 2010	22%	29%	19%	19%	20%	9%	4%	2%
A	07_vanaf 2010	2%	28%	17%	19%	21%	10%	3%	2%
(1) Totaal naar grootteklassen:			31%	25%	19%	15%	6%	3%	1%

Rond de 95% van deze voorraad is voorzien van een gasketel (op grond van de toegepaste strategie zoals verwoord in paragraaf 1.1 en Bijlage A). Vooruitlopende op hoofdstuk 6 waarin de benchmarkdata voor deze sub-selectie (kantoren met een gasketel) wordt uitgewerkt, toont Figuur 7 de geanalyseerde gas-intensiteiten voor de combinatie grootte- en bouwjaarklassen. Figuur 8 geeft dit voor de elektriciteitsintensiteit. De figuren tonen aan dat de eerder omschreven verwachtingen uitkomen. Het gasverbruik neemt af met zowel grootte- als bouwjaarklassen; terwijl het elektriciteitsverbruik juist toeneemt.

Figuur 7 Gasintensiteit versus grootteklassen binnen bouwjaarklassen. De grootteklassen in de legenda geven de bovenkant van een klasse, dus '500' is de klasse '250 tot 500 m²'. Zie hoofdstuk 6 voor toelichting.



Figuur 8 Elektriciteitsintensiteit versus grootteklassen binnen bouwjaarklassen. De grootteklassen in de legenda geven de bovenkant van een klasse, dus '500' is de klasse '250 tot 500 m²'. Zie hoofdstuk 6 voor toelichting.



Aanbeveling: zowel de BAG, Dataland als de labeldatabase geven een kantoor een grootte en een bouwjaar (zie voetnoten 9 en 10). De ABR en LISA geven een kantoor een aantal werknemers, dan wel FTE (zie voetnoot 47). Er worden altijd verschillend gevonden tussen de databases, waarvoor we genoodzaakt zijn onder- en boven-filters bij analyses in te stellen, om uitschieters te voorkomen. Een algemene aanbeveling is daarom te blijven streven naar verbeterde datakwaliteit en te zoeken naar aanvullende bronnen om meer zekerheid te krijgen over deze, ook voor benchmarks, belangrijke factoren.

2.4 De gelabelde SPSS kantorenvorraad nader bekeken

2.4.1 Labels en bouwjaarklassen

Van de 16.252 kantoren, zijn er 2.557 gelabeld (16%). Tabel 6 toont de procentuele opdeling van de gelabelde kantorenvorraad naar labelklassen, bouwjaarklassen en de verdeling van labelklassen over bouwjaarklassen. Tabel 7 draait dit laatste om en toont de verdeling van bouwjaarklassen over labelklassen. In principe vervangt een labelklasse een bouwjaar aan gezien het beter de energetische kwaliteit van het gebouw weergeeft, dat inmiddels wellicht is gerenoveerd. In paragraaf 3.6.1 zullen we zien dat de ene G de ander niet is, en dat het originele bouwjaar toch nog een klein effect uitoefent op de gemeten intensiteiten.

Observaties en verwachtingen:

1. De verdeling van de gelabelde kantoren over de labelklassen is redelijk gelijk, zie onderste rij (1).
2. Ongeveer de helft van de labels zijn afgegeven aan de eerder gevonden 60% kantoren dat voor 1989 is gebouwd. Dus relatief gezien is, in ons SPSS kantorenbestand, een minder aantal oudere gebouwen gelabeld dan recentere. Dit is ook te zien door eenvoudigweg de verdeling naar bouwjaarklassen van de gelabelde voorraad in kolom (2) in Tabel 6 te vergelijken met dezelfde kolom voor de totale voorraad in Tabel 5.
3. Zoals verwacht, zit een groter aandeel slechtere labels bij de oudste gebouwen (Tabel 6) en bestaan de oudere bouwjaarklassen voornamelijk uit kantoren met een G-label (Tabel 7). Op dezelfde wijze is er een relatie te leggen tussen betere labels en recentere bouwjaaren. De verwachting is dat de gasintensiteit met een beter label afneemt en dat de elektriciteitsintensiteit toeneemt.
4. Wanneer oudere gebouwen een goed label hebben ontvangen, zijn deze waarschijnlijk inmiddels gerenoveerd. Het valt op dat er toch ook recentere kantoren zijn die slechtere label hebben ontvangen (houd hierbij het indicatief labels van de eerste linker kolom in het achterhoofd); dit is discutabel.

Tabel 6 Procentuele verdeling gelabelde kantoren naar (1) labelklassen, (2) bouwjaarklassen en (3) de verdeling van labelklassen over bouwjaarklassen. Bij een hoger percentage is een groter deel van de cel ingekleurd. N=2.557

indicatie origineel label	Bouwjaarklassen:	(2) Totaal naar bouwjaar- klassen	(3) Verdeling labelklassen over bouwjaarklassen						
			A	B	C	D	E	F	G
G	01_tot en met 1921	11%	2%	2%	4%	7%	12%	14%	29%
G	02_1922 tot en met 1966	11%	4%	5%	4%	6%	12%	12%	27%
G	03_1967 tot en met 1976	9%	2%	5%	6%	10%	11%	13%	15%
F	04_1977 tot en met 1988	19%	10%	14%	19%	26%	26%	26%	17%
E+D	05_1989 tot en met 1996	20%	14%	26%	27%	27%	24%	23%	9%
B+C	06_1997 tot en met 2010	29%	60%	49%	39%	24%	14%	11%	2%
A	07_vanaf 2010	1%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
(1) Totaal naar labelklassen			18%	11%	17%	14%	11%	8%	22%

Tabel 7 Procentuele verdeling gelabelde kantoren naar (1) labelklassen, (2) bouwjaarklassen en (3) de verdeling van bouwjaarklassen over labelklassen. Bij een hoger percentage is een groter deel van de cel ingekleurd. N=2.557

label indicatie	Bouwjaarklassen:	(2) Totaal naar bouwjaar-klassen	(3) Verdeling bouwjaarklassen over labelklassen						
			A	B	C	D	E	F	G
G	01_tot en met 1921	11%	3%	2%	6%	9%	11%	10%	58%
G	02_1922 tot en met 1966	11%	7%	5%	7%	8%	12%	9%	53%
G	03_1967 tot en met 1976	9%	4%	6%	11%	16%	13%	12%	38%
F	04_1977 tot en met 1988	19%	10%	8%	17%	19%	15%	11%	20%
E+D	05_1989 tot en met 1996	20%	13%	14%	23%	19%	13%	9%	10%
B+C	06_1997 tot en met 2010	29%	38%	18%	22%	12%	5%	3%	2%
A	07_vanaf 2010	1%	97%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
(1) Totaal naar grootteklassen:			18%	11%	17%	14%	11%	8%	22%

2.4.2 Labels en grootteklassen

Tabel 8 toont aanvullend de verdeling van labelklassen over grootteklassen. Tabel 9 draait dit om en toont de verdeling van grootteklassen over labelklassen.

Observaties en verwachtingen:

1. De verdeling van de gelabelde kantoren over de grootteklassen vertoont een piek in het midden van de klasse [04_1001 tot 2.500 m² GO].
2. Deze piek treedt op bij elke labelklasse, met als uitzondering label G, waar voornamelijk de kleinere kantoren zitten. Dit zal het effect van een hogere gasintensiteit versterken. In paragraaf 3.5.6 zullen we zien dat de EPA labelberekening in het algemeen de gasintensiteit van zowel de G-labels als de kleinere kantoren overschat. Bij een combinatie van deze twee is deze overschatting daarom extra groot en wijkt deze extra veel af van het werkelijk verbruik.
3. De meeste grotere kantoren zitten bij de beter labels (Tabel 9). Dit zal wederom een extra verlagend effect geven op de gasintensiteit.

Tabel 8 Procentuele verdeling gelabelde kantoren naar (1) labelklassen, (2) grootteklassen en (3) de verdeling van labelklassen over grootteklassen. N=2.557

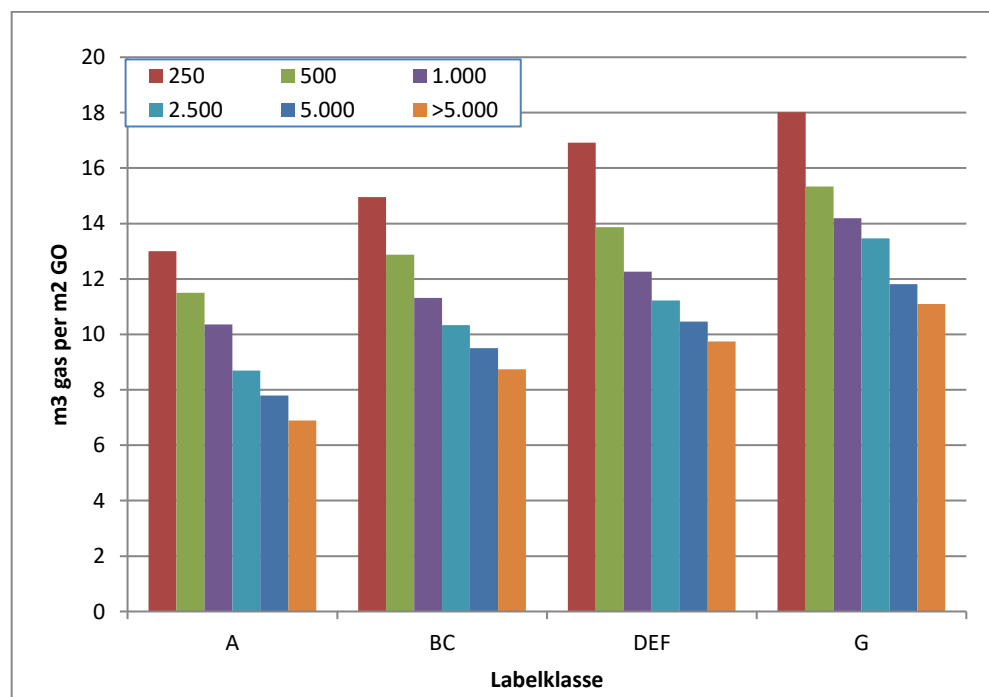
indicatie origineel label	Grootteklassen	(2) Totaal naar grootte-klassen	(3) Verdeling labelklassen over grootteklassen						
			A	B	C	D	E	F	G
G	01_tot 250	11%	8%	10%	7%	11%	9%	8%	18%
G	02_251 tot 500	13%	7%	8%	11%	15%	11%	13%	21%
G	03_501 tot 1.000	16%	11%	11%	16%	16%	16%	17%	20%
F	04_1.001 tot 2.500	26%	29%	27%	29%	24%	29%	29%	20%
E+D	05_2.501 tot 5.000	19%	22%	22%	21%	22%	20%	20%	11%
B+C	06_5.001 tot 10.000	10%	14%	13%	11%	9%	11%	7%	7%
A	07_vanaf 10.001	5%	8%	9%	5%	3%	4%	5%	3%
(1) Totaal naar labelklassen			18%	11%	17%	14%	11%	8%	22%

Tabel 9 Procentuele verdeling gelabelde kantoren naar (1) labelklassen, (2) grootteklassen en (3) de verdeling van grootteklassen over labelklassen. N=2.557

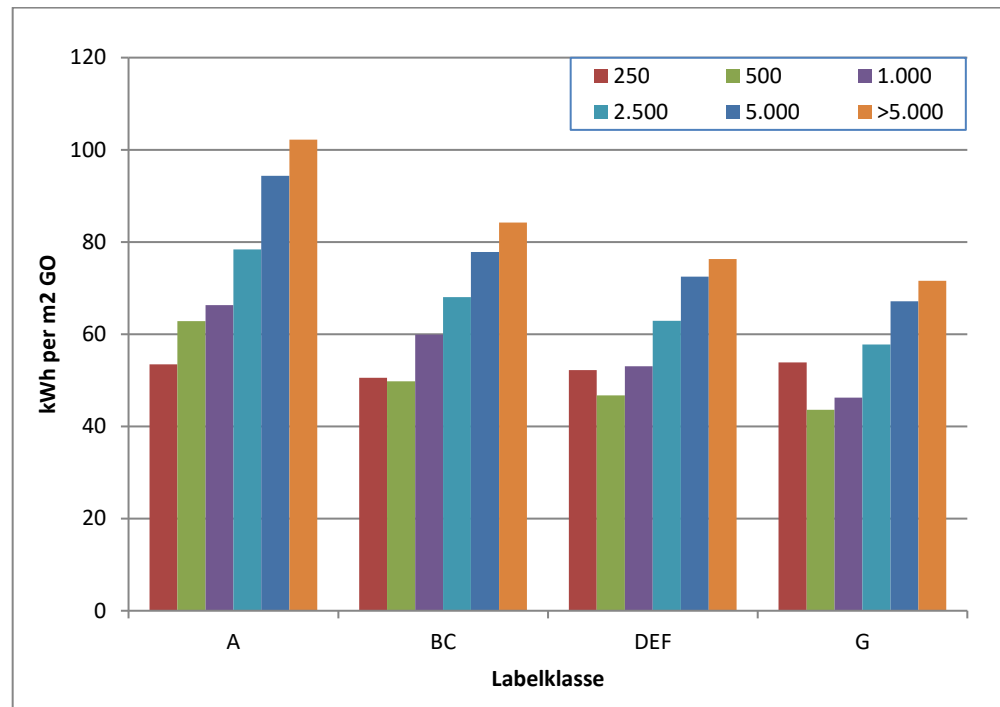
indicatie origineel label	Bouwjaarklassen:	(2) Totaal naar bouwjaar- klassen	(2) Verdeling grootteklassen over labelklassen						
			A	B	C	D	E	F	G
G	01_tot 250	11%	14%	10%	11%	15%	9%	6%	36%
G	02_251 tot 500	13%	11%	7%	14%	16%	9%	8%	36%
G	03_501 tot 1.000	16%	13%	8%	17%	15%	11%	9%	28%
F	04_1.001 tot 2.500	26%	20%	11%	19%	13%	12%	9%	16%
E+D	05_2.501 tot 5.000	19%	21%	13%	18%	16%	11%	8%	13%
B+C	06_5.001 tot 10.000	10%	24%	14%	18%	12%	11%	5%	15%
A	07_vanaf 10.001	5%	28%	18%	17%	8%	9%	8%	13%
(1) Totaal naar grootteklassen:			18%	11%	17%	14%	11%	8%	22%

Vooruitlopende op hoofdstuk 6 waarin de benchmarkdata voor de kantorenpopulatie met een gasketels wordt uitgewerkt, toont Figuur 9 de geanalyseerde gas-intensiteiten voor de combinatie grootte- en labelklassen. Zoals verwacht neemt deze af met zowel een beter label als met de grootte. Figuur 10 geeft dit voor de elektriciteitsintensiteit en toont een tegengesteld effect.

Figuur 9 Gasintensiteit versus grootteklassen binnen labelklasse. De grootteklassen in de legenda geven de bovenkant van een klasse, dus '500' is de klasse '250 tot 500 m²'. Zie hoofdstuk 6 voor toelichting.



Figuur 10 Elektriciteitsintensiteit versus grootteklassen binnen labelklasse. De grootteklassen in de legenda geven de bovenkant van een klasse, dus '500' is de klasse '250 tot 500 m²'. Zie hoofdstuk 6 voor toelichting.



2.5 De analyse van het ruimtegebruik per werknemer

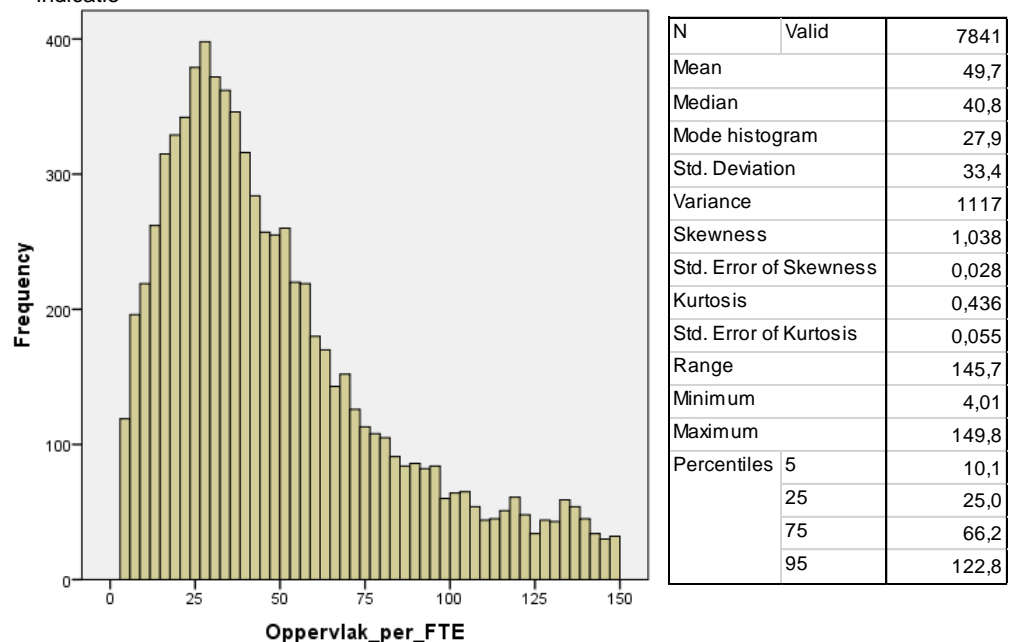
Deze paragraaf analyseert het ruimtegebruik per werknemer, uitgedrukt als m² GO per FTE. Dit ruimtegebruik is een maat voor de bezettingsgraad. De ruime bandbreedte die altijd wordt gevonden rondom een gemiddelde gas- en elektriciteitsintensiteit van een grotere kantorenpopulatie is slechts deels te verklaren vanuit de invloed van grootte en bouwjaar of label. In (Sipma et al., 2017) is voor kantoren als hypothese geopperd dat ook de **bezettingsgraad en leegstand** belangrijke factoren zijn. Gedeeltelijke en verborgen leegstand zijn grote onbekenden binnen de analyse van intensiteiten.

Omdat een gevoel voor dit onderwerp vooralsnog mist, zoeken we eerst in de literatuur naar meer informatie omtrent dit onderwerp; hoeveel vierkante meter heeft een kantoormedewerker theoretisch nodig en hoeveel is er in de praktijk gevonden door derden? Deze zoektocht is uitgewerkt in de relatief lange Bijlage B. Onderstaande sub-paragrafen behandelen de eigen analyse.

2.5.1 *Het ongewogen gemiddeld ruimtegebruik*

De frequentietabel in Figuur 11 geeft de resultaten voor de beschikbare SPSS kantorenpopulatie weer. De figuur toont hoe vaak een bepaald ruimtegebruik in m² GO per FTE voorkomt. De histogram-**modus** van 27,9 m² GO/FTE geeft de waarde die het vaakst voorkomt. Vanwege de grote nasleep van kantoren die een steeds grotere mate van leegstand hebben, ligt de **mediaan** met 40,8 m²/FTE, en het **ongewogen gemiddelde** met 49,7 m² GO/FTE hier ver vandaan.

Figuur 11 Ongewogen ruimtegebruik m² GO per FTE voor de SPSS kantoren met een FTE-indicatie

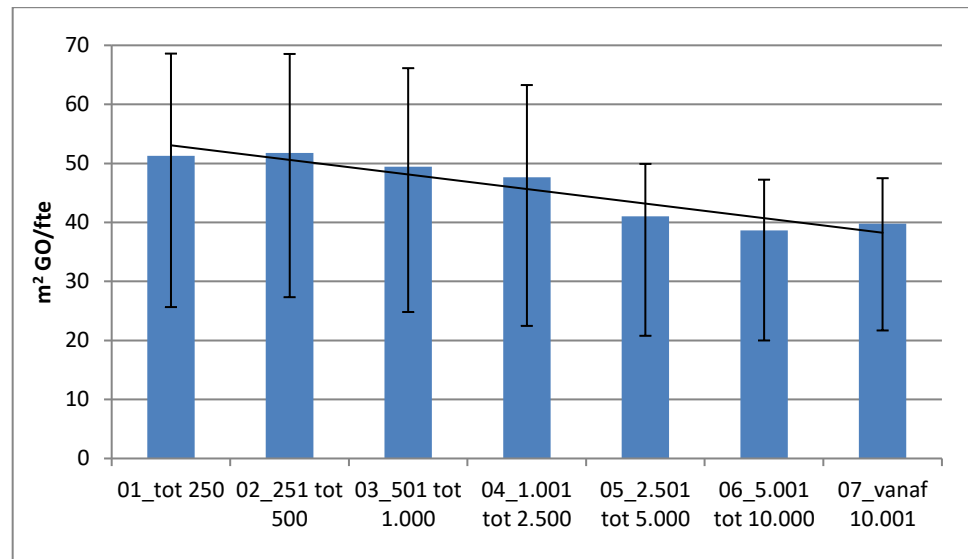


Deze factor wordt in Hoofdstuk 6 gebruikt als correctiefactor bij het benchmarken. Het feit dat het ongewogen gemiddeld ver van de modus verwijderd ligt geeft het belang van deze parameter weer. EPA rekent met een 'standaard' (forfaitaire) bezetting¹¹. Doordat er in werkelijkheid vaak sprake is van een lagere bezetting zal het werkelijk verbruik (nog) verder verwijderd zijn van een door EPA berekend theoretisch verbruik (paragraaf 3.5). De volgende sub-paragrafen leggen relaties tussen het ruimtegebruik per FTE en bouwjaar- grootte- en labelklassen. Dit inzicht wordt gebruikt in de komende hoofdstukken waarbij het gas- en elektriciteitsverbruik naar dezelfde afhankelijkheden wordt opgedeeld.

2.5.2 *Invloed grootteklasse op gemiddeld ruimtegebruik*

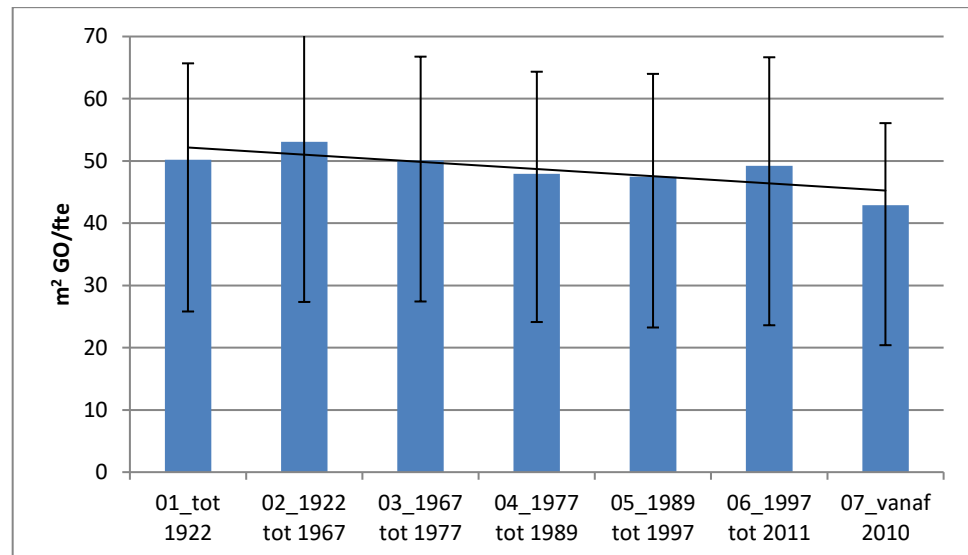
Hoe groter het kantoor, hoe minder het ruimteverbruik per FTE, zoals uit de lineaire trend in Figuur 12 volgt. Het 25%- en 75%-percentiel is meegenomen in de figuur. Dit kan betekenen dat grotere kantoren efficiënter zijn ingericht en/of dat er meer leegstand aanwezig is bij de kleinere kantoren. Van deze mogelijke leegstand is het type leegstand niet bekend, noch of het verwarmd is. Gemiddeld gezien drijft dit het gas- en elektriciteitsverbruik voor de grotere kantoren wat omhoog. De grote bandbreedte rondom het ruimtegebruik is als vanzelf onderdeel van de bandbreedte van geanalyseerde intensiteiten.

¹¹ Naslagwerken van EPA en EPG rekenmethodieken geven niet direct de aanname voor de bezettingsgraad, uitgedrukt in m² per FTE. Isso publicatie 75.3 geeft echter voor de warmteafgifte per persoon een waarde van 80 W. NEN 7120 geeft een specifieke interne warmteproductie door personen van 5 W/m². Op elkaar gedeeld komt dit op 16 m² GO/persoon. Zie Tabel 44 in Bijlage B om dit te refereren aan bepaalde kantooresituaties. Deze bezettingsgraad ligt dus beduidend hoger dan wat in de praktijk ongewogen gemiddeld en modaal gevonden wordt. Wat een lagere bezettingsraad in EPA methodiek *netto* gezien zou betekenen voor het gas- en gebouwgebonden elektriciteitsverbruik, is bij de auteur niet bekend.

Figuur 12 Ruimtegebruik (m^2 GO) per FTE, per grootteklasse. N=7.841

2.5.3 Invloed bouwjaarklasse op gemiddeld ruimtegebruik

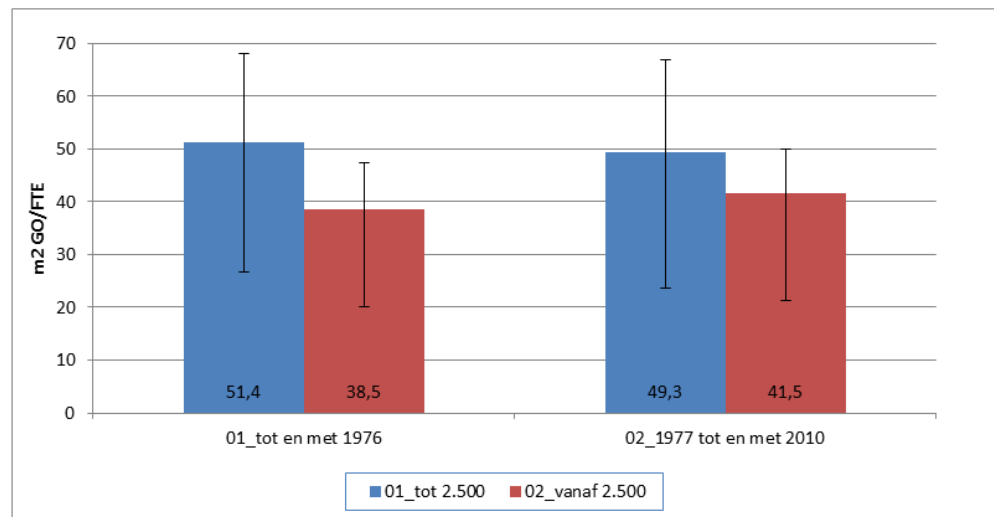
Een recenter kantoor lijkt wat minder ruimte per FTE te bieden, maar het effect is relatief klein, zoals uit de lineaire trend in Figuur 13 volgt. Uit de volgende paragraaf zal blijken dat het bouwjaar zelf hier niet de reden van is, maar waarschijnlijk het feit dat het aandeel grotere kantoren binnen recentere bouwjaarklassen net wat hoger ligt (volgens Tabel 4).

Figuur 13 Ruimtegebruik (m^2 GO) per FTE, per bouwjaarklasse. N=7.841

2.5.4 *Invloed grootteklassen binnen bouwjaarklasse*

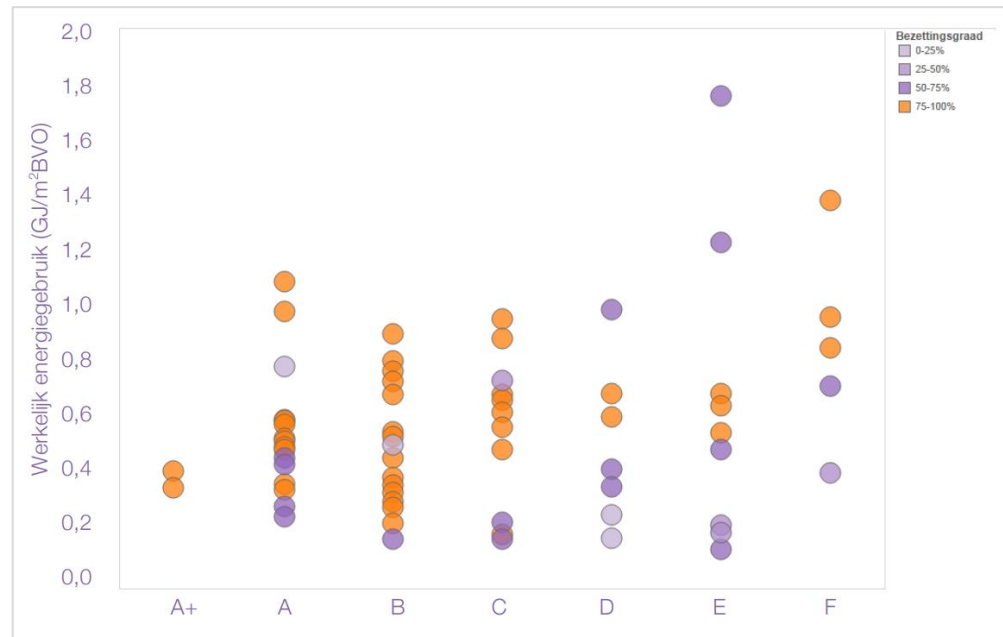
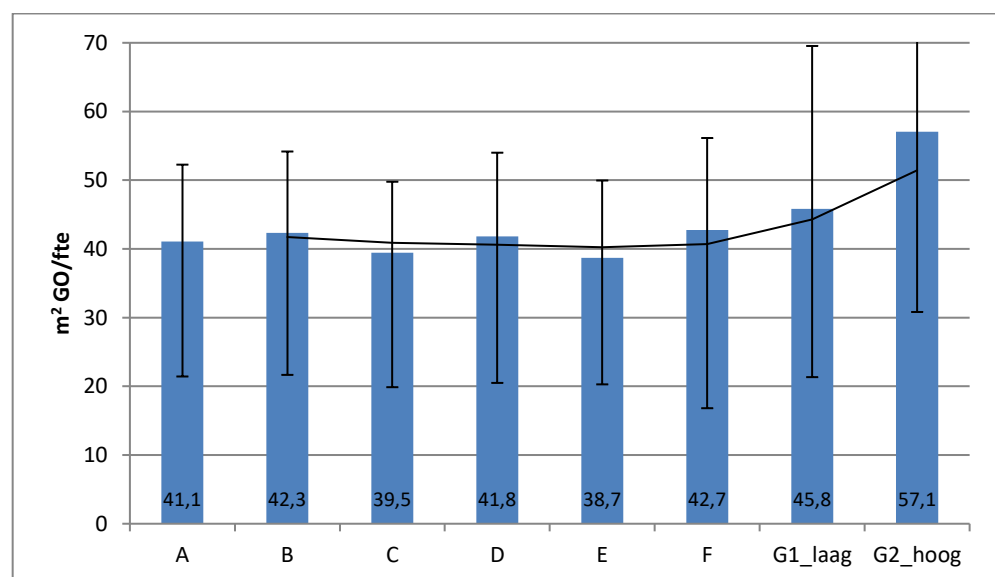
In Figuur 14 zijn voorgaande twee figuren op een hoger aggregatieniveau gecombineerd. Een voorzichtige eindconclusie is dat binnen dezelfde bouwjaarklasse, het ruimtegebruik met gebouwgrootte afneemt, maar dat het bouwjaar hier zelf weinig invloed op uitoefent.

Figuur 14 Ruimtegebruik (m² GO) per FTE, grootteklasse binnen bouwjaarklasse. N=7.841



2.5.5 *Invloed labelklasse op gemiddeld ruimtegebruik*

Vanuit diverse bronnen komt naar voren dat kantoren met een beter label een hogere bezettingsgraad kennen, en dat deze sterk van invloed is op het uiteindelijke energiegebruik (DGBC, 2013; Duin, 2016; Guldemond, 2014). Sterker nog, (Duin, 2016) oppert dat een kantoor pas duurzaam is wanneer deze optimaal gebruikt wordt. Duurzaamheid gaat hierbij hand in hand met een hoge bezettingsgraad. Figuur 15 laat vanuit een externe studie de bezettingsgraad van 86 kantoren zien naar labelklasse. In de metingen valt op dat gebouwen met een volledige bezetting vaker een beter energielabel hebben dan de gebouwen in de overige categorieën (DGBC, 2013). Een hogere bezettingsgraad bij de betere labels laat het gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik toenemen, inclusief enkele gebouwgebonden verbruiken welke niet zijn meegenomen in de EPA berekening (denk aan liften). Het gasverbruik zou relatief gezien kunnen toenemen omdat het gehele gebouw nu in gebruik, en verwarmd is. Het gas- en elektriciteitshoofdstuk gaan hier dieper op in.

Figuur 15 Bezettingsgraad en energiegebruik naar labelklasse (DGBC, 2013)**Figuur 16** Ruimtegebruik (m² GO) per FTE, per labelklasse. N=7.841

In Figuur 16 hebben we zelf een analyse gemaakt voor de relatie bezettingsgraad versus energielabel¹². Het valt op dat de bezetting niet zo zeer toeneemt met de betere labels, maar dat deze juist afneemt met de slechtere labels. Dit beeld komt hiermee deels overeen met (DGBC, 2013). Het ruimtegebruik per FTE voor labelklassen A t/m E lijkt rondom de 40 [m² GO/FTE] te liggen. Pas vanaf label F neemt de leegstand toe, tot een ruimtegebruik van rond de 57 [m² GO/FTE] voor

¹² De gemiddelde bezettingsgraad van de gehele gelabelde voorraad ligt hoger in vergelijking tot de niet-gelabelde voorraad. Dit gegeven wordt gebruikt bij het ontwikkelen van de benchmarkmethodiek in Hoofdstuk 6.

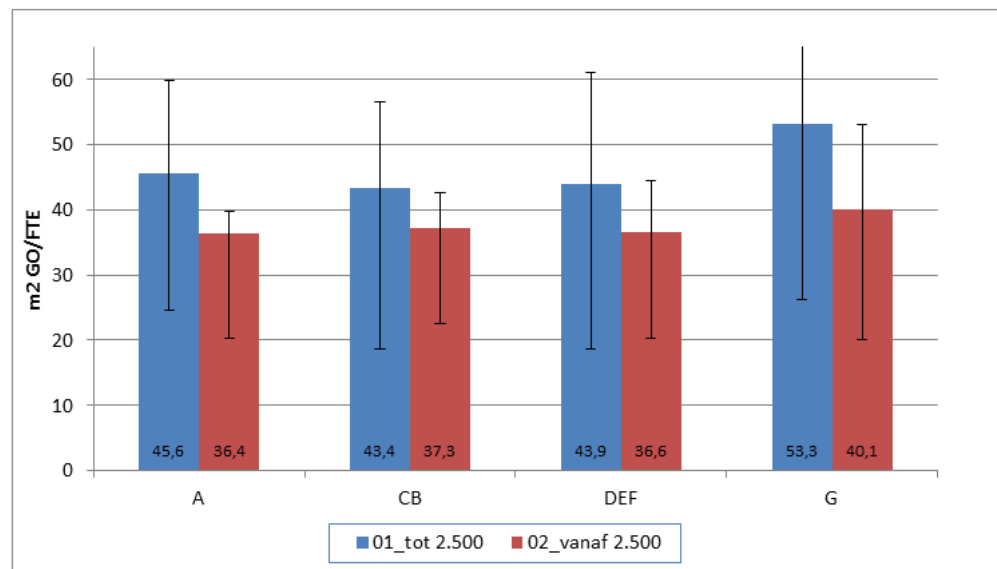
een hogel G-label. Dit wordt weergegeven door een trendmatig voortschrijdend gemiddelde, ingetekend in Figuur 16. De toename is met ongeveer 43% relatief groot. Omdat een relatief groot aandeel van de kleinere kantoren zich bevindt bij juist de G-labels (zie Tabel 7 en Tabel 9), en kleinere kantoren een werknemer wat meer vierkante meters geven volgens de vorige paragraaf, wordt in de volgende paragraaf label en grootte gecombineerd.

2.5.6 *Invloed grootteklassen binnen labelklassen*

In Figuur 17 zijn Figuur 16 en Figuur 12 op een hoger aggregatieniveau gecombineerd. Een voorzichtige eindconclusie is dat binnen dezelfde labelklasse, het ruimtegebruik met gebouw grootte afneemt; dit zagen we ook bij de analyse naar grootteklassen binnen bouwjaarklassen. Het energielabel zelf oefent hier echter weinig invloed op uit. Een interessante uitzondering zijn de G-gelabelde kantoren, die een toename van het ruimtegebruik per FTE laten zien, wat kan duiden op een toename van (gedeeltelijke) leegstand. Dit effect is vooral zichtbaar bij de kantoren tot 2500 m² GO.

Dus een oud niet-gelabeld kantoor laat geen toename van de leegstand zien (Figuur 14), maar wanneer dit gebouw van een energielabel-G wordt voorzien wél. Blijkbaar wordt het dan meetbaar minder aantrekkelijk.

Figuur 17 Ruimtegebruik (m² GO/FTE) per FTE, twee grootteklassen binnen labelklassen. N=7.841



Dit ligt slechts gedeeltelijk in lijn met de constatering van de externe bronnen in de vorige paragraaf.

2.6 **Samenvatting**

Het ene kantoor is het andere niet. Met name welk deel van een fysiek gebouw de kantoorfunctie uitoefent bepaalt of het als een kantoor beschouwd wordt. Dit is ook van invloed op het totaal kantooroppervlak in Nederland, welke, afhankelijk van de gekozen systeemgrenzen, bijna een factor vijf kan verschillen. Ook welke sectoren worden meegenomen is dan van belang (enkel kantoren binnen de dienstensector, of ook bijvoorbeeld kantoren binnen de industrie). Wanneer resultaten uit deze

rapportage worden toegepast, is het daarom van belang te begrijpen wat de samenstelling van, en de systeemgrenzen voor, de geanalyseerde SPSS kantorenpopulatie zijn. Misschien is dit wel één van de belangrijkste inzichten en van belang wanneer kantallen op een willekeurige andere populatie worden geprojecteerd.

In de beschikbare (SPSS) kantorenpopulatie zitten veel kleinere en oudere kantoren. Relatief gezien is een minder aantal oudere gebouwen gelabeld dan recentere. De gas-intensiteit neemt af met een groter en kwalitatief beter gebouw; de elektriciteitsintensiteit neemt dan juist toe.

Ook de bezettingsgraad is van invloed op intensiteiten. In de praktijk ligt het gewogen gemiddelde op bijna 27 m² go/FTE. Het ongewogen gemiddelde komt uit op bijna 50 m² go/FTE. De reden hiervoor is dat vele kantoren een bepaalde vorm van leegstand hebben. Dit fenomeen is een belangrijk onderdeel van de grote bandbreedte die altijd rondom een gemiddelde intensiteiten gevonden wordt. Daarom wordt hiervoor bij het benchmarken in hoofdstuk 6 een correctiefactor geïntroduceerd. Een lagere bezetting drijft de in hoofdstukken 3 en 4 geanalyseerde intensiteiten naar beneden. Aangezien de door EPA berekende intensiteit uitgaat van een standaard (forfaitaire) bezetting, waarbij het gehele kantoor 'standaard' in gebruik is, is een deel van het verschil *berekend* versus *gemeten* met de bezettingsgraad te verklaren.

Geanalyseerd is wat de invloed is van (combinaties van) grootte-, bouwjaar- en labelklasse op het ruimtegebruik per werknemer. Het ruimtegebruik per FTE neemt relatief sterk af met een toenemende kantoor grootte; dit is het sterkst gevonden effect. Grotere kantoren zijn dus gemiddeld beter bezet dan kleinere kantoren. Doordat we door de jaren heen groter zijn gaan bouwen, neemt de bezetting ook toe met recentere bouwjaarklassen, alleen minder sterk. Wanneer we de bouwjaarklassen isoleren uit de analyse, blijkt dat deze zelf vrijwel geen effect heeft op de bezetting, noch de leegstand; blijkbaar vindt met het 'niet erg' om in een oud kantoor gehuisvest te zijn.

Interessant is dat de bezetting voor de slechtere labels ineens wel relatief sterk afneemt. Dus een oud *niet-gelabeld* kantoor laat geen toename van (een bepaalde vorm van) leegstand zien, maar wanneer dit gebouw van een energielabel-G wordt voorzien blijktbaar wél. Blijkbaar wordt het dan meetbaar minder aantrekkelijk. Dit effect is vooral zichtbaar bij de kantoren tot 2500 m² GO. Uiteraard is dit van invloed op de gas- en elektriciteitsintensiteiten die in de volgende twee hoofdstukken worden bepaald.

3 Kantoren gasintensiteiten

3.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 worden de analyses van gasintensiteiten uitgewerkt. Resultaten worden vergeleken met eerdere, en externe studies. De focus ligt voornamelijk bij de gelabelde voorraad.

Eerst wordt in paragraaf 3.2 de gemiddelde gasintensiteit bepaald voor de gehele SPSS kantorenvorraad. Dit wordt toegevoegd aan historische data, waarmee de ontwikkeling vanaf 2002 indicatief zichtbaar wordt. Omdat het effect van nieuwbouw hier doorheen speelt, wordt de intensiteit ook naar originele bouwjaarklasse bepaald en vergeleken met het eerdere kantorenonderzoek over 2013. Dit geeft indicatief weer wat renovaties aan gasreductie hebben opgeleverd.

Kort wordt onderzocht of een graaddagencorrectie op grond van De Bilt anders uitpakt dan een provinciale graaddagencorrectie. Net als bij de eerdere analyse voor schoolgebouwen zal blijken dat het verschil minimaal is.

In paragraaf 3.3 worden de intensiteiten opgedeeld naar de gelabelde versus niet-gelabelde SPSS kantorenvorraad. Paragraaf 3.4 duikt dieper in de gelabelde voorraad en vergelijkt de huidige berekende en gemeten intensiteiten naar labelklassen met de vorige studie over verbruiksjaar 2015. De verwachting is dat deze per labelklasse een constante is; een labelklasse representeert immers juist de energetische kwaliteit.

In paragraaf 3.5 worden de factoren die invloed uitoefenen op de hoogte van intensiteiten verder onderzocht. Gekeken wordt naar het effect van (combinaties) van grootte- en bezettingsgraden op het verbruik per labelklasse. Dit zijn factoren die (deels) de bandbreedte verklaren rondom gemiddelde intensiteiten. Het meest gedetailleerd is de analyse van intensiteiten opgedeeld naar drie niveaus; bezettingsgraden binnen grootteklassen per labelklasse. Het primaire doel van deze paragraaf is de invloed van deze factoren op de intensiteiten te begrijpen, en een deel van de mismatch tussen berekend versus gemeten te verklaren.

In paragraaf 3.6 wordt kort aangestipt dat er een indicatie is dat het originele bouwjaar van een gerenoveerd kantoor, nog van invloed is op de uiteindelijke prestatie. Hier moet echter beter naar gekeken worden. Als laatste wordt de gasintensiteit uitgedrukt per FTE, in plaats van per m² GO. De samenvatting van paragraaf 3.7 sluit het hoofdstuk af.

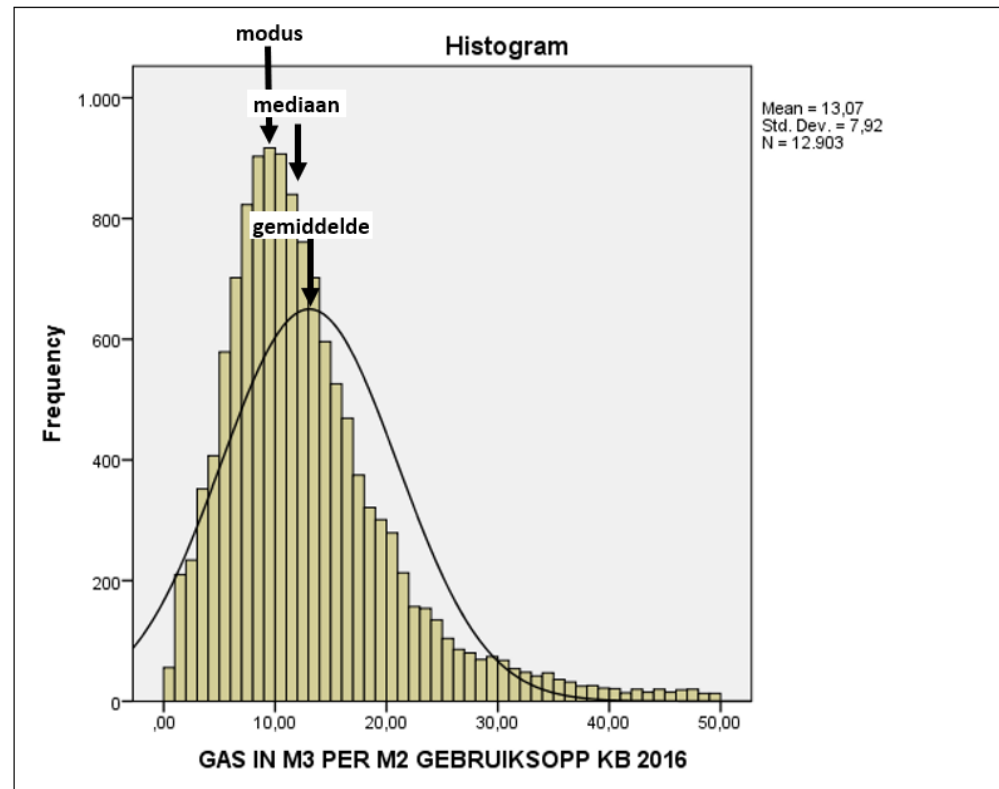
3.2 Gehele SPSS kantorenvorraad

3.2.1 *Het gemiddeld (historisch) verbruik*

In Figuur 18 wordt de frequentietabel gegeven voor de ongecorrigeerde gasintensiteit. Gemiddeld ligt deze in 2016 op 13,07 m³/m². Dit is het ongewogen

gemiddelde¹³. De modus en mediaan liggen iets lager en worden behandeld in paragraaf 6.2. Wanneer gecorrigeerd wordt met De Bilt graaddagen over de periode 2007 t/m 2016, komt het gemiddelde op 13,08 m³/m² te liggen. Dit betekent dat het jaar 2016 qua graaddagen beschouwd kan worden als een vrijwel gemiddeld jaar binnen het laatste decennium. Deze waarden zijn overgenomen in de laatste rij van Tabel 10 weergeeft.

Figuur 18 Frequentietabel ongecorrigeerde gasintensiteit kantoren 2016; zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.



¹³ Met een ongewogen gemiddelde wordt bedoeld dat intensiteiten van kantoren (m³ gas/m² GO of kWh/m² GO) bij elkaar worden opgeteld, en gedeeld door dit aantal kantoren. Een vierkante meter uit ieder kantoor telt dan slechts eenmaal mee; dus de grootte van het kantoor heeft geen effect op de gemiddelde intensiteit. Bij een naar oppervlak gewogen gemiddelde wordt het gehele verbruik van de voorraad (m³ gas of kWh) gedeeld door het totaal aantal vierkante meters GO. De vierkante meters uit de grotere kantoren tellen dan (veel) zwaarder mee, omdat ze immers vaker voorkomen. Dit volgt overigens ook de systematiek van de bezettingsgraad. Totaal FTE werkzaam in een kantorenpopulatie gedeeld door het oppervlak van deze kantoren geeft een gewogen bezettingsgraad. De bezettingsgraad van ieder afzonderlijk kantoor bij elkaar opgeteld en gedeeld door het aantal kantoren, geeft de ongewogen bezettingsgraad.

N	Valid	12.903
	Missin	0
Mean		13,1
Std. Error of Mean		0,070
Median		11,4
Mode histogram		9,9
Std. Deviation		7,92
Variance		62,7
Skewness		1,509
Std. Error of Skewness		0,022
Kurtosis		3,200
Std. Error of Kurtosis		0,043
Range		59,10
Percentiles	5	3,4
	25	7,9
	50	11,4
	75	16,3
	95	29,0

De tabel links geeft de bijbehorende centrummaten. Wanneer we dit ongewogen gemiddelde willen vergelijken met de 2013-gasintensiteit uit het kentallenonderzoek (Sipma & Rietkerk, 2016) zouden we deze normaliter corrigeren met de gemiddelde graaddagen over de 10 jaren ervoor, dat wil zeggen over de periode 2004 t/m 2013. Eerlijker lijkt het echter beiden te corrigeren met hetzelfde 10-jarig gemiddelde (dezelfde referentie). Doen we dit, dan ligt de gecorrigeerde gasintensiteit in 2015 ongeveer 13% lager ten opzichte van wat we vonden in 2013 (vergelijk de 10^{de} met de 9^{de} rij in Tabel 10). De tabel is verder aangevuld met (bewerkte) historische waarden¹⁴ uit (SenterNovem, 2007) en (Hoevenagel, 2012) welke zijn uitgezet in Figuur 19. Deze figuur illustreert de historische ontwikkeling van de

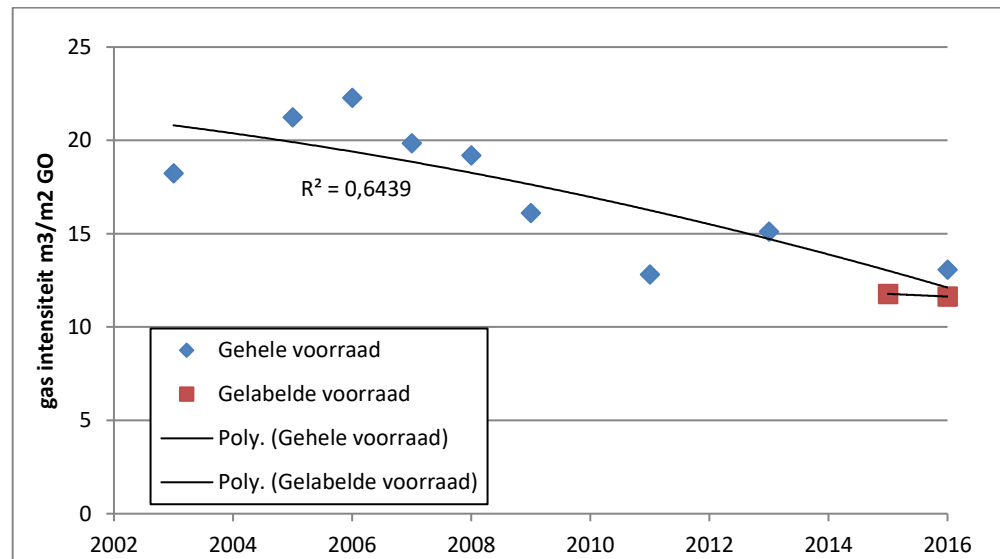
gasintensiteit voor kantoren, gecorrigeerd naar graaddagen 2016_10jaar. Er is door de jaren heen een duidelijke daling van de gasintensiteit waarneembaar. Dit is echter geen verrassing.

Tabel 10 Gecorrigeerde gasintensiteit door de jaren heen, kantoren. De kentallen van het Ubouwanel zijn al temperatuur gecorrigeerd.

Rij	Jaar	Bron	Referentie	m ³ /m ² bvo	m ³ /m ² go	DeBilt jaar x	DeBilt10jr 2016	m ³ /m ² correctie
1	2003	Cijfers en Tabellen uitgave 2007	(SenterNovem 2007)	15,8	19,1	2.913	2.787	18,2
2	2005	Ubouwpanel, al gecorrigeerd	(Hoevenagel 2012)	17,6	21,2			21,2
3	2006			18,5	22,3			22,3
4	2007			16,5	19,9			19,9
5	2008			15,9	19,2			19,2
6	2009			13,4	16,1			16,1
7	2010			18,8	22,6			
8	2011			10,6	12,8			12,8
9	2013	Kentallenproject	(Sipma and Rietkerk 2016)		16,7	3.078	2.787	15,1
10	2016	Dit onderzoek, gehele voorraad			13,1	2.785	2.787	13,1

¹⁴ De gegevens zijn gepubliceerd naar werknemersklassen; deze zijn samengevoegd door (1) gebruik te maken van inschattingen van het aantal m² per werknemer en deze (2) samen te voegen via verhoudingsgetallen voor grootteklassen uit de huidige SPSS analyses. Ook is rekening gehouden met een BVO/GO ratio. Deze bewerkingen maken de figuur illustratief. Er waren nog oudere kentallen gevonden, met name uit een oudere versie van Cijfers en Tabellen, maar deze leken geen hout te snijden en pasten niet in een trendmatig beeld.

Figuur 19 Historische ontwikkeling gecorrigeerde gasintensiteit kantoren (2003 - 2015). De gelabelde voorraad betreft enkel de kantoren met een HR-ketel (zie verder paragraaf 3.4.1). De figuur moet als illustratief worden beschouwd.

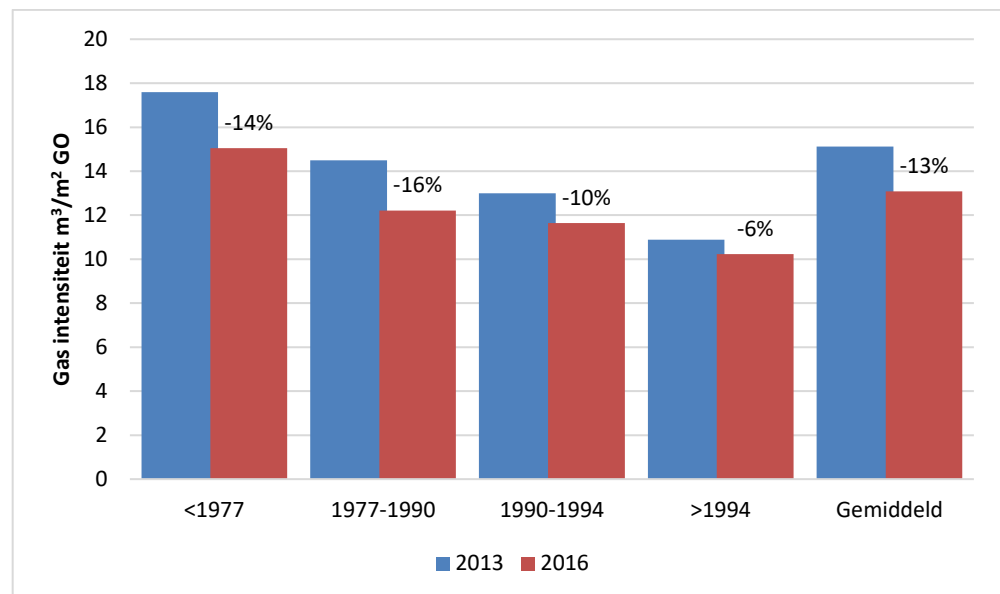


Ter vergelijking: bij de woningbouw wordt de afnemende historische trend van de gas-intensiteit sterk beïnvloed door sloop en vervangende nieuwbouw. Bovendien is er een aanvullende vraag naar nieuwbouw vanwege een bevolkingstoename, en de historische trend naar meer m² woonruimte per persoon. Dit soort trends zien we ook in omringende landen als Duitsland, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk (Sipma, Holdsworth-Morris, Paliouras, & Niessink, 2019). Bij kantoren, en andere utiliteitsbouwtypen, zullen ongetwijfeld andere en/of aanvullende factoren een rol spelen, zoals de economische ontwikkeling en de hiermee gepaard gaande veranderingen in de bezettingsgraad en (gedeeltelijke en verborgen) leegstand. Maar ook in deze sector zijn energie-intensiteiten met een vergelijkbaar tempo gedaald. Dit is niet slechts toe te schrijven aan uitgevoerde renovaties, een betere inregeling van klimaatinstallaties en wellicht een toegenomen bewustzijn over energetische aspecten van medewerkers, maar wordt ook beïnvloed door sloop- en nieuwbouw. Wanneer we geïnteresseerd zijn in enkel het effect van uitgevoerde renovaties, is het interessant om te kijken naar een afname van de gas-intensiteit per bouwjaarklasse. Op deze wijze wordt de invloed van nieuwbouw buitengesloten.

3.2.2 Afname gas-intensiteit naar bouwjaarklassen 2016 versus 2013

In Figuur 20 zijn de resultaten van (Sipma et al., 2017) gecombineerd met het huidige onderzoek. De figuur geeft de naar 2016_10jr gecorrigeerde gasintensiteiten per bouwjaarklasse zoals gemeten in 2013 en 2016.

Figuur 20 Procentuele daling gasintensiteit kantoren per bouwjaarklasse tussen 2013 en 2016 (N=12.903); zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.



Er is duidelijk een daling te zien die procentueel boven de staven wordt weergegeven. Gemiddeld gezien was de daling de eerder gevonden 13%. De twee bouwjaarklassen tot 1990 laten met gemiddeld 15% de sterkste daling zien. Deze procentuele daling verminderd met een recentere bouwjaarklasse. De voorraad gebouwd na 1994 toont ‘slechts’ een daling van 6%. We gaan er hierbij van uit dat de graaddagencorrectie dit vergelijk mogelijk maakt. Er kan in ieder geval voorzichtig geconcludeerd worden dat de oudste twee bouwjaarklassen 15%/6%=2,5 maal meer gasbesparing hebben gerealiseerd in vergelijking tot de meest recente bouwjaarklasse. Hier moet een meer-effect inzitten van uitgevoerde renovaties. Deze twee bouwjaarklassen hebben ook 1,4 maal meer gasbesparing gerealiseerd in vergelijking tot de middelste bouwjaarklasse [1990-1994]. Dit geeft een indicatie voor het meer-effect van renovaties van de oudste gebouwen waar meer laaghangend fruit te oogsten is en waar terugverdientijden korter zijn. Dit inzicht zal in Hoofdstuk 6 worden meegenomen bij het ontwikkelen van de benchmarkmethodiek.

Aanbeveling: het werkelijk gas- en elektriciteitsverbruik via de zogenaamde ‘Klantenbestanden’ is bekend vanaf 2012. Voorgaande monitoring per bouwjaarklasse is relatief eenvoudig met terugwerkende kracht uit te voeren. Een dergelijke analyse zegt iets over het effect van uitgevoerde renovaties door de jaren heen. Wanneer hier ook de jaarlijkse eindstand van de labeledatabase aan wordt gekoppeld, wordt per renovatie de gerealiseerde besparing van een labelsprong inzichtelijk.

3.2.3

De Bilt versus een provinciale graaddagencorrectie

Hierboven is al even een ‘regionale graaddagencorrectie’ genoemd. In (Sipma & Niessink, 2018) was deze voor het eerst voor basisscholen vergeleken met een correctie op grond van De Bilt. Hieruit kwam naar voren dat de spreiding (95% - 5% percentiel) 2,5% minder groot was en dat het effect op de gemiddelde gasintensiteit

relatief klein was; deze lag 1,4% lager. Ook nu blijken de verschillen zeer klein te zijn en voor onze toepassing niet relevant (zie **Tabel 11**).

Tabel 11 Graaddagen correctie naar De Bilt versus een provinciale correctie¹⁵

		De Bilt	Provinciaal	% verschil
N	Valid	12903	12903	0%
Mean		13,0885	13,2165	1,0%
Std. Error of Mean		0,06981	0,07051	1,0%
Median		11,4350	11,5504	1,0%
Mode		9,87	9,09	-7,9%
Std. Deviation		7,93017	8,00893	1,0%
Variance		62,888	64,143	2,0%
Skewness		1,509	1,509	0,0%
Std. Error of Skewness		0,022	0,022	0,0%
Kurtosis		3,200	3,199	0,0%
Std. Error of Kurtosis		0,043	0,043	0,0%
Range		59,17	60,33	2,0%
Percentiles	5	3,4332	3,4715	1,1%
	25	7,8732	7,9507	1,0%
	50	11,4350	11,5504	1,0%
	75	16,3590	16,5325	1,1%
	95	29,0451	29,3078	0,9%
	95% - 5%	25,6118	25,8363	0,9%

3.3 Gelabelde versus niet-gelabelde voorraad verbruiksjaar 2016

In deze paragraaf worden de intensiteiten opgedeeld naar de gelabelde versus niet-gelabelde SPSS kantorenvoorraad, zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming. Het energielabel vervangt als het ware het bouwjaar als indicatie voor de energetische kwaliteit.

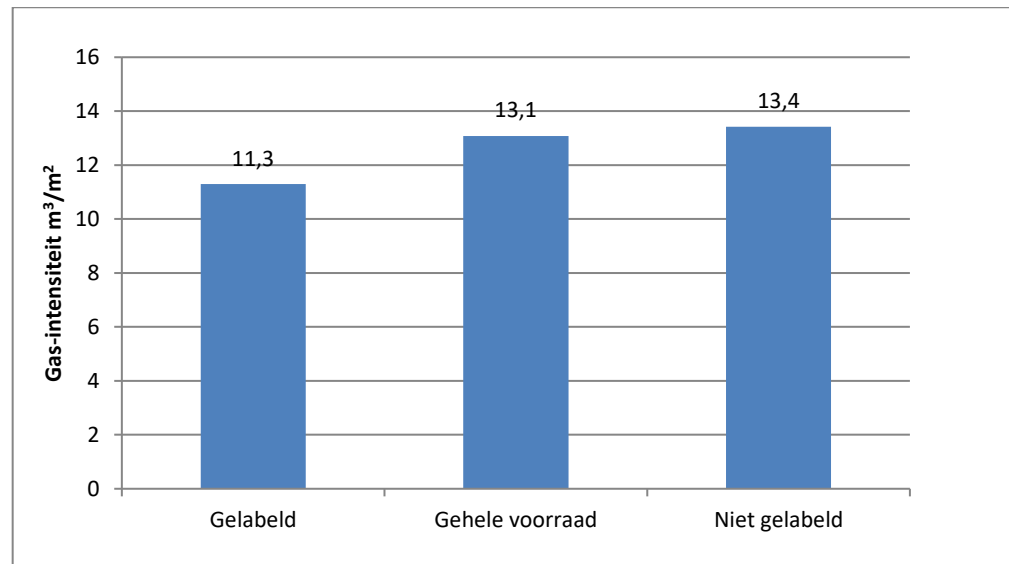
3.3.1 *Gelabeld gemeten versus niet-gelabeld gemeten*

De gemeten gasintensiteit van de gelabelde voorraad ligt 16% lager dan de niet-gelabelde voorraad, zoals weergegeven in **Figuur 21**. Wanneer beide deelpopulaties representatief zijn voor de volledige gelabelde en niet-gelabelde voorraad, betekent dit dat de gelabelde voorraad kwalitatief gezien wat beter is. We hadden in paragraaf 2.4 al geconstateerd dat een groter aandeel recentere gebouwen gelabeld is. Een voorzichtige conclusie is dan dat de lagere

¹⁵ De positieve Skewness geeft aan dat de verdeling van Figuur 18 een scheefheid naar rechts vertoont, ten opzichte van een normaalverdeling (waarvoor geldt Skewness=0). Dit lijkt ook logisch. We hebben weliswaar zelf een onder- en bovengrens ingesteld, maar de ondergrens zou in de praktijk uiteraard nooit beneden de 0 uit kunnen komen, terwijl de bovengrens veel verder kan verschuiven wanneer een hypothetisch kantoor dag en nacht op een hoge temperatuur verwarmd wordt. Een positieve Kurtosis geeft aan dat de verdeling meer gepiekt is dan een perfecte normaalverdeling. De door SPSS getrokken zwarte lijn geeft de perfecte normaalverdeling waarvoor geldt dat deze beider parameters 0 zijn. De top van deze normaalverdeling komt overeen met de gemiddelde waarde die we vinden.

gasintensiteit niet komt doordat gelabelde kantoren veelal gerenoveerde kantoren zijn, maar 'slechts' recentere kantoren.

Figuur 21 Gemeten gasintensiteit voor de gehele (N=12.903), gelabelde (N=2.013) en niet-gelabelde (N=10.890) SPSS kantorenvoorraad, gecorrigeerd naar De Bilt 2016, zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.



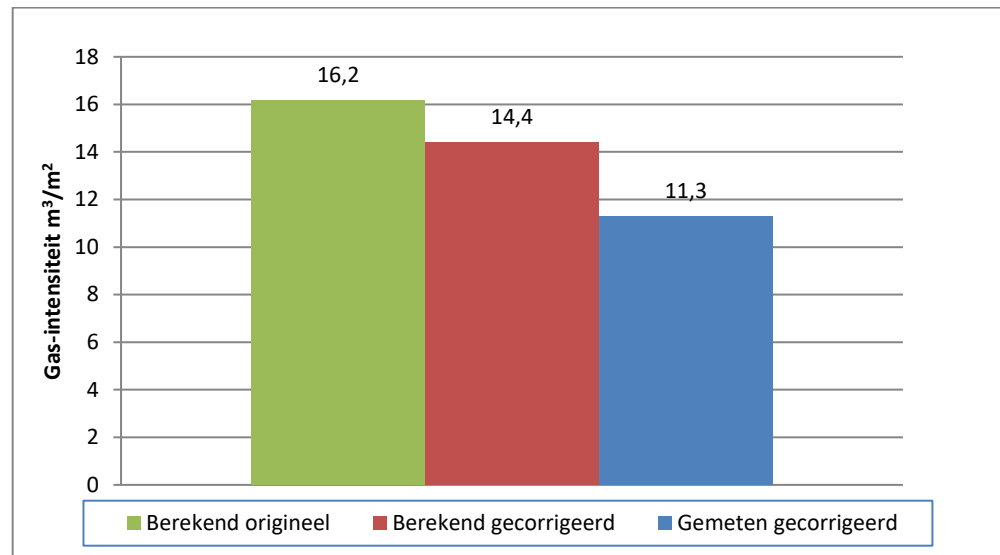
3.3.2 *Gelabeld gemeten versus gelabeld berekend*

Wanneer we de gemeten gasintensiteit vergelijken met de berekende gasintensiteit volgens de energielabelmethodiek, blijkt de berekende gasintensiteit voor de SPSS kantorenpopulatie gemiddeld een factor 1,4 hoger te liggen dan de gecorrigeerde gemeten waarde, zoals weergegeven met de linker en rechter kolom in Figuur 22. De energielabelmethodiek maakt echter ook een aanname voor graaddagen:

'Voor het Energielabel wordt gebruik gemaakt van de Bilt, echter is het klimaatjaar in de ISSO-75 een synthetisch referentie klimaat TRY de Bilt. Wat staat voor Test Reference Year de Bilt. De berekening van het Energielabel vindt dus plaats met een relatief koud jaar qua buitenklimaat. Het aantal bijbehorende graaddagen = 3129.' (Elkhuizen, 2017)

Wanneer hier rekening mee wordt gehouden, ligt de berekende gasintensiteit volgens het energielabel gemiddeld een factor 1,3 hoger, zoals **Tabel 12** weergeeft. In Figuur 22 is deze waarde overgenomen in de middelste kolom. Ter vergelijking: bij basisscholen ligt het berekend verbruik een factor 2 hoger dan gemeten (Sipma & Niessink, 2018).

Figuur 22 Gasintensiteit voor de gelabelde voorraad, berekend met de energielabelmethodiek (ongecorrigeerd en gecorrigeerd; N=1.514); en gemeten (gecorrigeerd; N=2.013), zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.



Tabel 12 EPA berekende gasintensiteit gecorrigeerd, SPSS kantoreenvoorraad, zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.

	Energielabelmethodiek berekend	Gemeten waarden 2016
m³/m²	16,2	11,3
DeBilt jaar	3129	2785
DeBilt10jr_2016	2787	2787
10jr/jaar	0,89	1,00
m³/m² gecorrigeerd	14,4	11,3
Factor EPA berekend / gemeten	1,3	

3.4 Gelabelde voorraad gebruiksjaar 2016 versus 2015

Deze paragraaf duikt dieper in de gelabelde voorraad en vergelijkt de huidige berekende en gemeten intensiteiten naar labelklassen met de vorige studie over 2015. De verwachting is dat deze per labelklasse een constante is; een labelklasse is immers juist de indicatie voor de energetische kwaliteit. Er is nu geselecteerd op de voorraad met een gasketel.

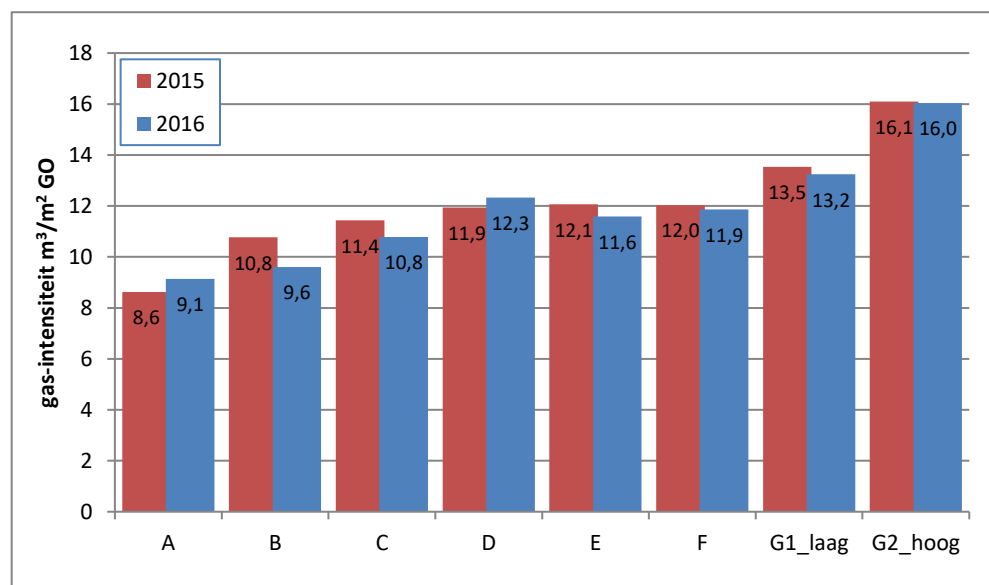
3.4.1 *Gemeten gasintensiteit totaal gelabelde voorraad 2016 versus 2015*

De gelabelde SPSS kantoreenvoorraad met een beschikbare en valide gemeten gasverbruik is met 70% gegroeid ten opzichte van de vorige analyse. Het aandeel A, B en C gelabelde kantoren is 5-procentpunt toegenomen, het aandeel D is vrijwel gelijk gebleven en het aandeel E, F en G labels is 5-procentpunt afgenomen. Hiermee is te verwachten dat de ongewogen gasintensiteit van de *gehele* gelabelde

SPSS voorraad is afgenomen. Onbekend is echter de verhouding naar gebouwgrrootte 2016 versus 2015. Over verbruiksjaar 2015 was deze gecorrigeerd $11,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$; nu is deze $11,6 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Dit betreft de voorraad met een gasketel. Dit is een bescheiden verlaging van 1,2%. Deze waarden zijn toegevoegd aan Figuur 19.

3.4.2 Gemeten gasintensiteit per labelklasse 2016 versus 2015

Figuur 23 Gemeten gasintensiteit naar labelklassen 2015 en 2016, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=1.835



We verwachten dat de gemeten waarde *naar labelklassen* ongeveer gelijk is aan de eerder in (Sipma et al., 2017) gevonden waarde over verbruiksjaar 2015. Hier spelen echter naast een bekende factor als de gebouwgrrootte, diverse andere factoren een rol die niet allen te inventariseren zijn. Denk aan (een verandering van) de bezettingsgraad (bijvoorbeeld vanwege een aantrekkende economie), gedragsaspecten en het inregelen van de klimaatinstallatie. Ook kan eenvoudigweg de graaddagencorrectie afwijken van de realiteit. Uit Figuur 23 volgt dat de gemeten gasintensiteit over verbruiksjaar 2016 per labelklasse gemiddeld 2% lager ligt. Dit is het rekenkundig gemiddelde over deze 7 klassen. Wanneer een polynomiale-trendlijn wordt toegevoegd (3^{de} order) blijkt dat de verlaging voornamelijk optreedt in het middenstuk B t/m D (wordt hier niet getoond). Dit inzicht zal in Hoofdstuk 6 terugkomen bij het ontwikkelen van de benchmarkmethodiek.

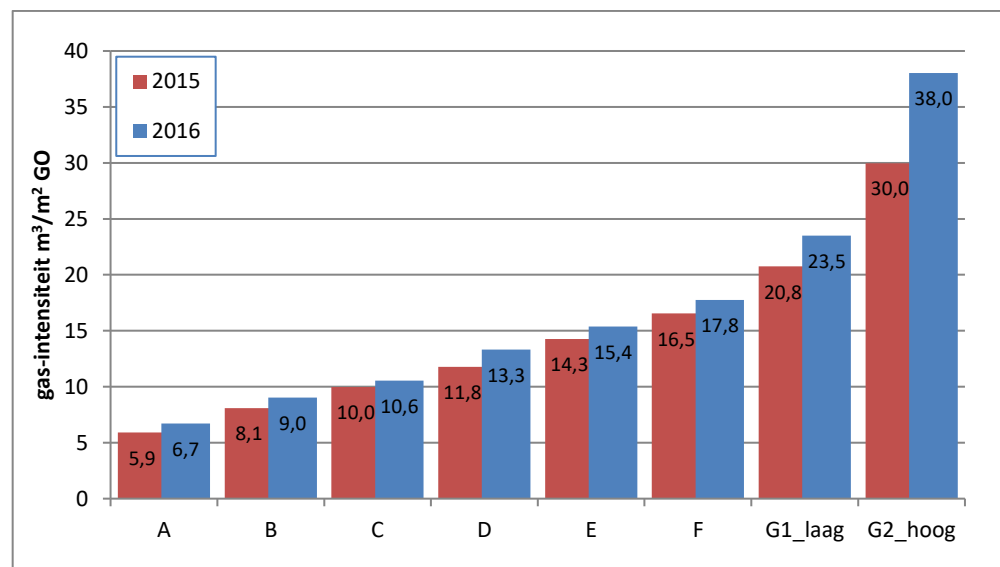
3.4.3 Berekende gasintensiteit per labelklasse 2016 versus 2015

We verwachten ook dat de gecorrigeerde berekende waarde naar labelklassen ongeveer gelijk is aan de eerder gevonden waarde over verbruiksjaar 2015. Dit wordt getest in Figuur 24. De berekende waarde over verbruiksjaar 2016 blijkt gemiddeld gezien 12% hoger te liggen; het grootste verschil wordt gevonden voor de slechtste G-labels.

De beschikbare populatie gelabelde kantoren met een gemeten waarde is binnen SPSS verdubbelt ten opzichte van de vorige analyse. Maar juist het aandeel *kleinere* kantoren is toegenomen; er zijn nu een factor 2,2 meer kantoren tot 500 m^2

GO. We weten dat deze kleinere kantoren een hogere gasintensiteit hebben ten opzichte van grotere kantoren, ook wanneer ze kwalitatief identiek zijn. Ook de EPA berekening houdt hier rekening mee. Dit kan de reden zijn voor het gevonden verschil¹⁶.

Figuur 24 Berekende gasintensiteit naar labelklassen 2015 en 2016, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=1.363



3.5 Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen

In deze paragraaf worden de factoren die invloed uitoefenen op de hoogte van intensiteiten verder onderzocht. Gekeken wordt naar het effect van (combinaties) van grootte-, bouwjaar- en labelklassen, aangevuld met bezettingsgraden en leegstand. Het meest gedetailleerd is de analyse van intensiteiten opgedeeld naar drie niveaus; ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen binnen labelklassen. Het primaire doel is de invloed van deze factoren op de intensiteiten te begrijpen, en een deel van de mismatch tussen berekend versus gemeten kwalitatief te verklaren.

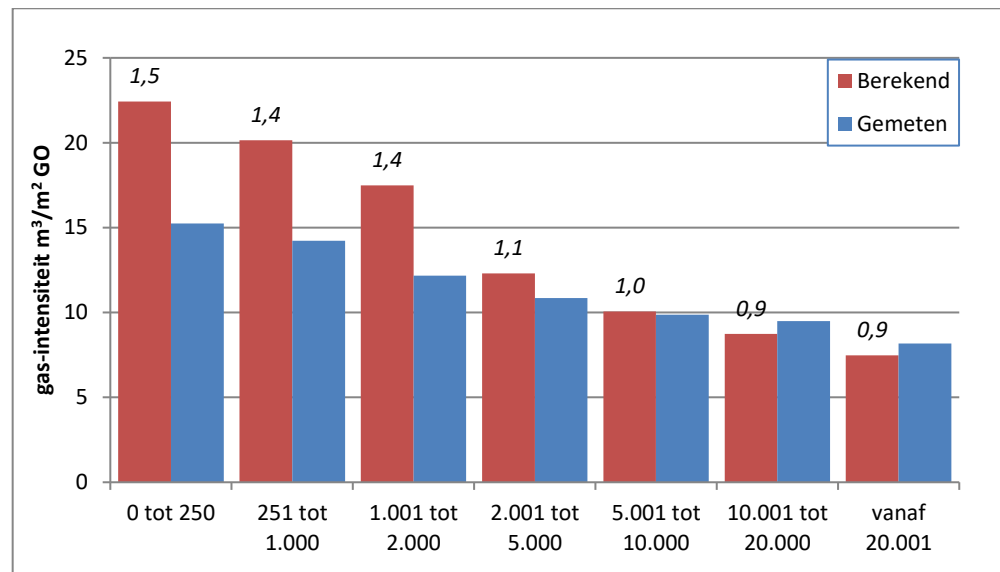
3.5.1 Opgedeeld naar grootteklassen

We onderzoeken eerst het effect van gebouwgrootte. Kleinere kantoren van dezelfde energetische kwaliteit als grotere kantoren (dus met hetzelfde energielabel) hebben per definitie een hogere gasintensiteit. De reden is een minder gunstige verhouding tussen het schiloppervlak van het gebouw (gevel, dak, vloer) waardoorheen warmteverlies plaatsvindt en de te verwarmen inhoud. De invloed hiervan wordt kleiner naarmate het gebouw groter wordt. Voorgaande is een fysisch feit, dat qua warmtehuishouding gesimuleerd zou kunnen worden met bijv. een groeiende kubus. De praktijk zal echter complexer zijn waarbij ook de invloed van geometrische verschillen een rol speelt (bijvoorbeeld laag- versus hoogbouw).

¹⁶ Een analyse naar grootteklassen (binnen labelklassen) kan dit verifiëren.

Figuur 25 toont zowel de gemeten als de berekende gasintensiteit per grootteklasse; beiden temperatuur gecorrigeerd. Het getal boven de rode staven geeft de factor dat de berekende waarde hoger is dan de gemeten waarden. Deze kan vergeleken worden met de in de vorige paragraaf gevonden gemiddelde factor 1,3. Het blijkt dat het verschil tussen berekend en gemeten vooral bij de kleinere kantoren optreedt.

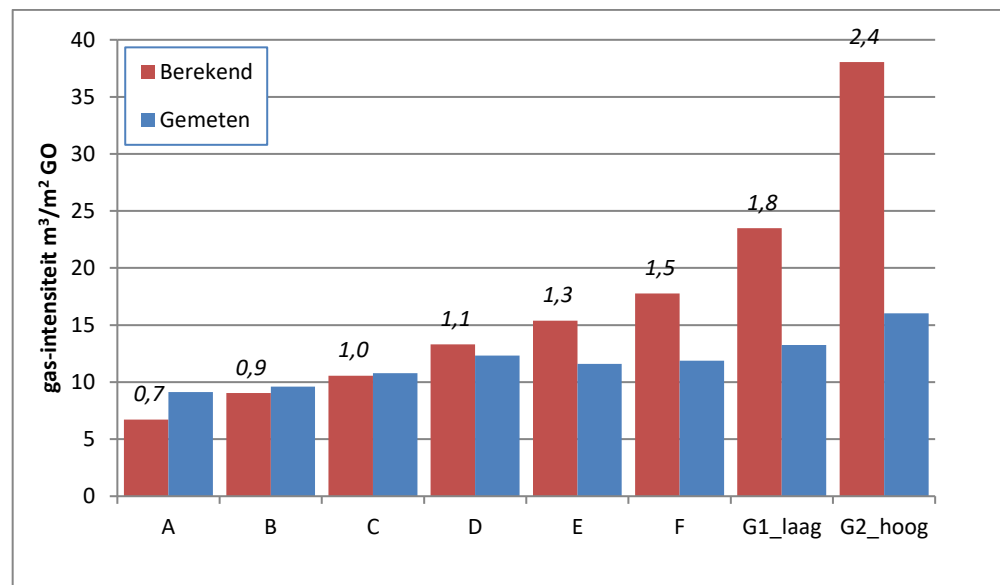
Figuur 25 Berekende (N=1.363) en gemeten (N=1.835) gasintensiteit van de gelabelde voorraad naar grootteklassen, beiden temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels



3.5.2 Opgedeeld naar labelklassen

In Figuur 26 is de gelabelde voorraad opgedeeld naar labelklassen. In deze figuur zijn de 2016-waarden uit Figuur 24 en Figuur 23 samengevoegd. Wederom wordt zowel de gemeten als de berekende gasintensiteit getoond. Labelklasse G is opgedeeld naar een lage- en een hoge G-klasse, op grond van de mediaan voor de energie-index. Het beeld komt overeen met wat we eerder in (Sipma et al., 2017) vonden: bij de A en B labels ligt berekend lager dan gemeten; bij C kruisen ze elkaar; daarna neemt berekend veel sneller toe dan gemeten. Het getal boven de rode staven geeft opnieuw de factor dat de berekende waarde hoger is dan de gemeten waarden. Bij G_hoog ligt de gemeten waarde een factor 2,4 hoger in vergelijking tot de gemeten waarde.

Figuur 26 Berekende (N=1.363) en gemeten (N=1.835) gasintensiteit naar labelklassen; beiden temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels

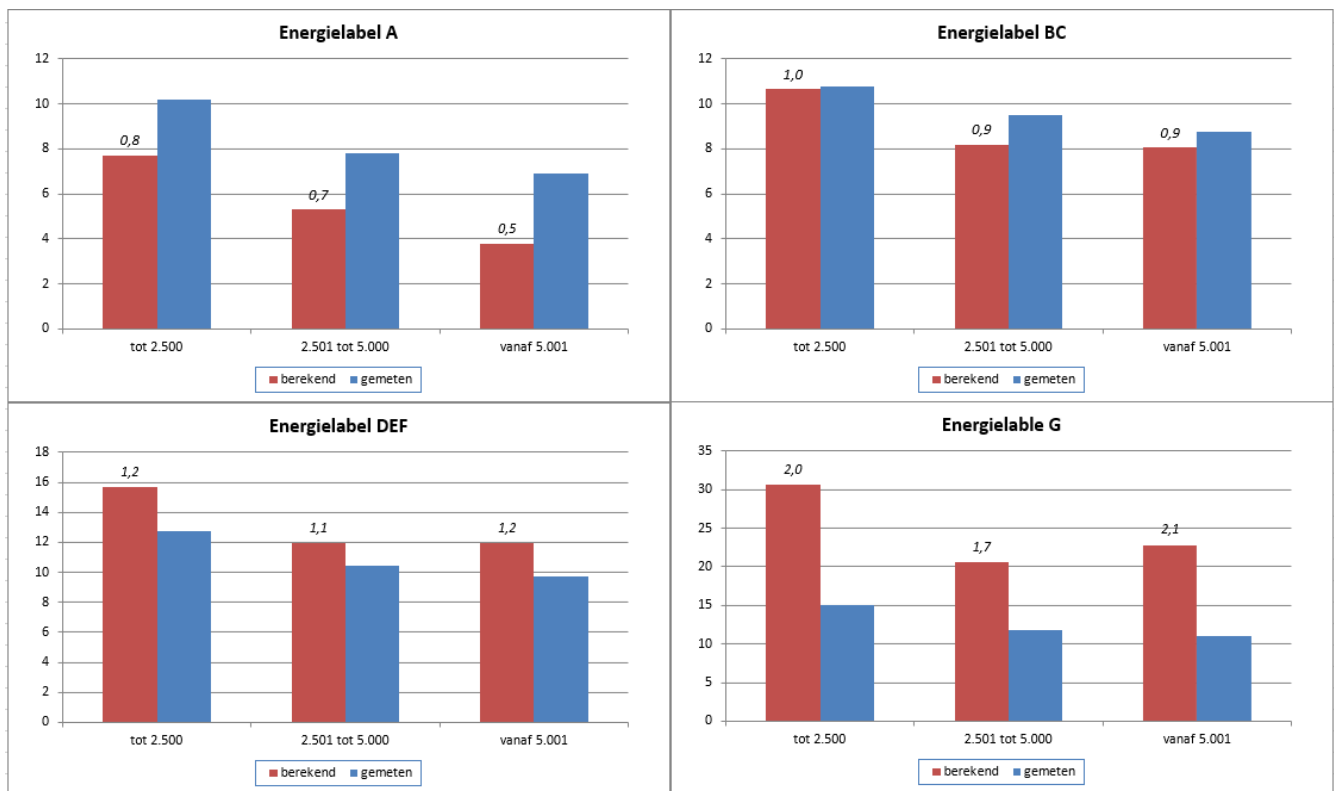


3.5.3 Opgedeeld naar grootteklassen binnen labelklassen

Vanuit de vorige twee figuren weten we nu dat de door EPA berekende gasintensiteit steeds meer afwijkt van de gemeten waarde, naarmate kantoren kleiner en slechter van kwaliteit zijn. Dit is in Figuur 27 gecombineerd. De figuur toont vanaf linksboven de verhouding tussen berekend en gemeten verbruik, voor 4 onderscheiden labelklassen; A, BC, DEF en G. Binnen iedere labelklasse wordt de verhouding aangegeven voor 3 grootteklassen. De extremen die worden gevonden zijn:

- Het berekend verbruik is slechts de helft van het gemeten verbruik voor de grootste- en beste kantoren (Label A; vanaf 5001 m² GO).
- Het berekend verbruik is twee maal het gemeten verbruik voor de kleinste- en slechtste kantoren (Label G; tot 2500 m² GO).

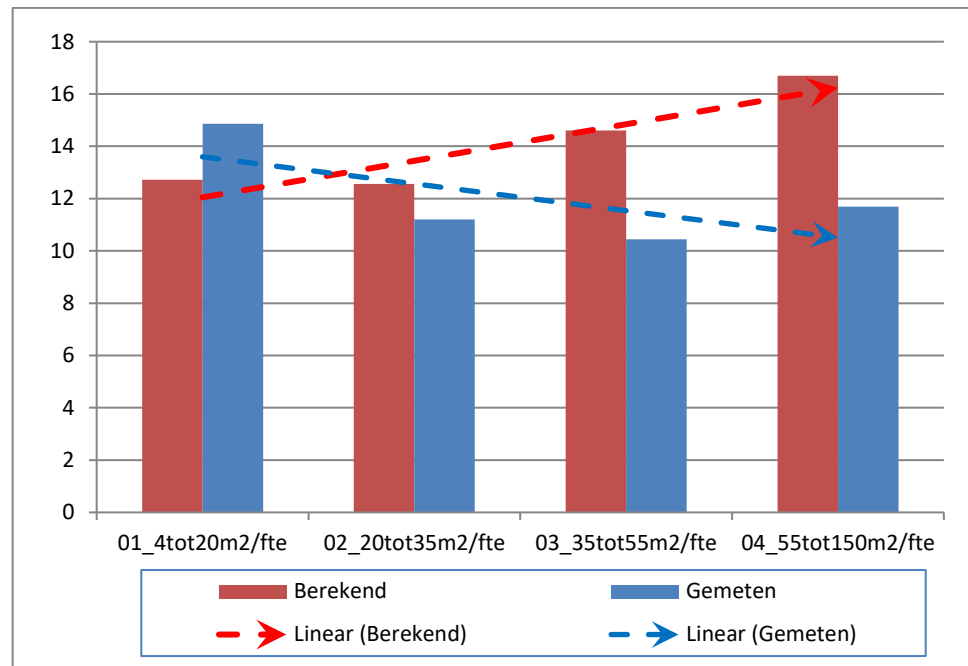
Figuur 27 Berekende (N=1.363) en gemeten (N=1.835) gasintensiteit in m^3/m^2 GO naar grootteklassen binnen labelklassen; beiden temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels



3.5.4 Opgedeeld naar ruimtegebruiksklassen

In Figuur 28 is de gelabelde voorraad opgedeeld naar vier ruimtegebruiksklassen. De gemeten waarde neemt over het algemeen af met een tevens afnemende bezetting (meer ruimte per FTE), terwijl de berekend waarde dan juist toeneemt. De EPA berekening gaat uit van een 'standaard' ruimtegebruik, waarbij een kantoor 'standaard' in gebruik is, dus deze factor heeft geen invloed op de gasintensiteit. De reden dat deze toch toeneemt moet dan door iets anders veroorzaakt worden, bijvoorbeeld een afnemende grootte (niet gecheckt). Dat de trend nu tegengesteld is, is belangrijk. Ook een gemeten waarde zou toenemen met dezelfde, als voorbeeld genoemde, afnemende grootte, maar blijkbaar is de invloed van een afnemende bezetting dominant en daalt de werkelijke gasintensiteit toch.

Figuur 28 Berekende (N=662) en gemeten (N=965) gasintensiteit in m^3/m^2 GO naar ruimtegebruiksklassen; beiden temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, gelabeld

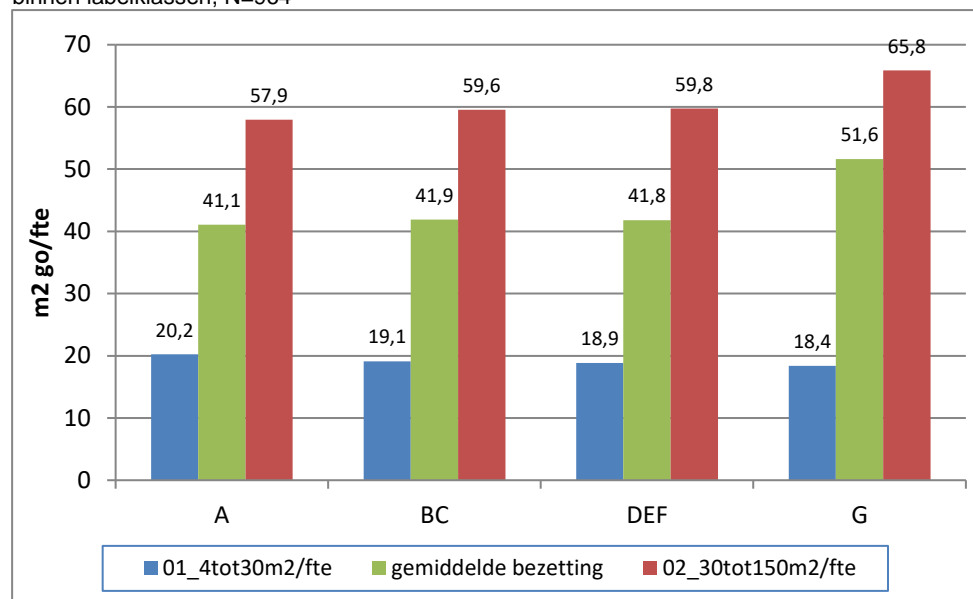


3.5.5 Opgedeeld naar ruimtegebruiksklassen binnen labelklassen

In deze paragraaf wordt een opdeling naar twee ruimtegebruiksklassen binnen vier labelklassen geanalyseerd. Hiermee zoomen we een stapje verder in op het effect van de bezettingsgraad. Eerst kijken we naar de bezettingsgraad, dan naar de berekende gasintensiteit, en tenslotte naar de werkelijke intensiteit.

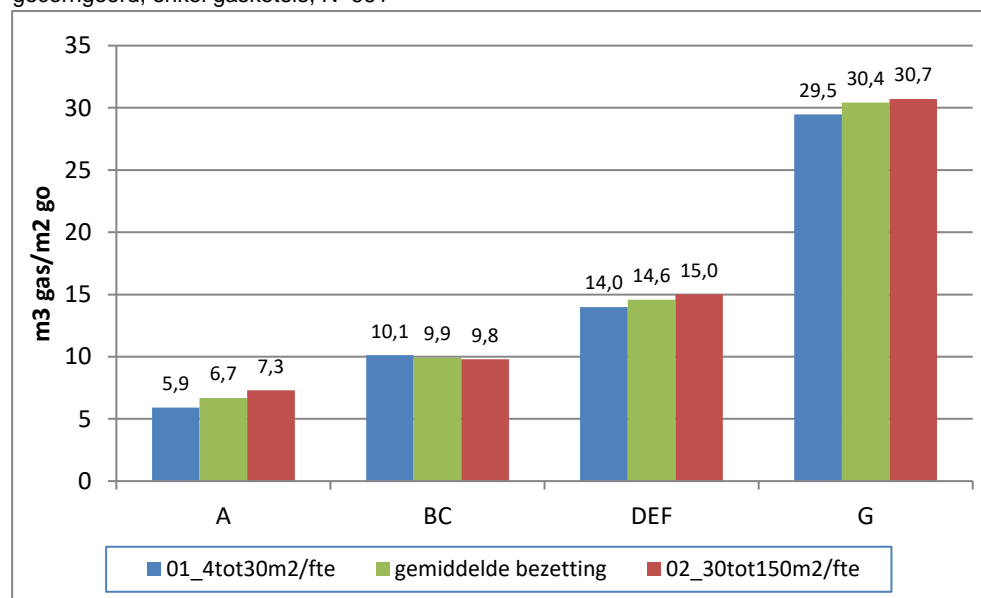
Figuur 29 toont per labelklasse het gemiddeld ruimtegebruik voor de onderscheiden klassen. De staaf in het midden geeft het gemiddelde voor de gehele populatie. De figuur laat zien dat het gemiddeld ruimtegebruik per FTE vrijwel gelijk is voor dezelfde ruimtegebruiksklasse binnen de onderscheiden labelklassen. Enkel de meest rechtse staaf wijkt hiervan af; de bezetting is relatief gezien extra laag (meer ruimte per FTE) voor G-gelabelde kantoren waarbij een FTE minimaal 30 m^2 krijgt (dit komt overeen met Figuur 16).

Figuur 29 Het ruimtegebruik (m^2 GO) per FTE, binnen de gedefinieerde ruimtegebruiksklassen, binnen labelklassen, N=964



In Figuur 30 wordt de bijbehorende door EPA berekende gasintensiteit getoond. Aangezien de bezettingsgraad geen variabele is binnen de EPA rekenmethodiek, heeft deze geen invloed op de berekende gasintensiteit.

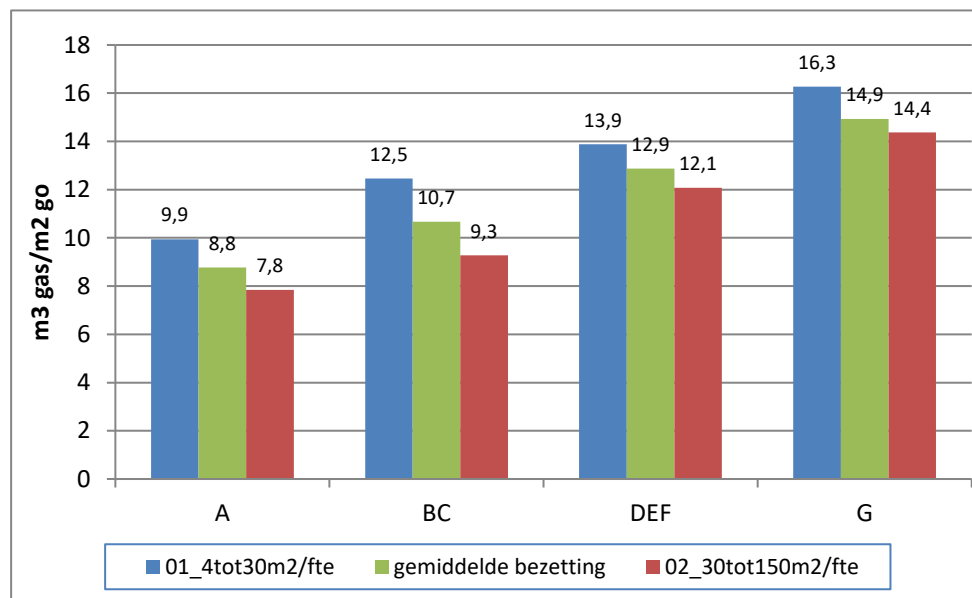
Figuur 30 Berekende gasintensiteit naar ruimtegebruiksklassen, binnen labelklassen. temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=661



In Figuur 31 wordt de bijbehorende gemeten gasintensiteit getoond. Duidelijk is nu de invloed van een hogere dan wel lagere bezettingsgraad te zien. Voor elk label ligt de eerste hoger dan het gemiddelde; de tweede juist lager. In hoofdstuk 6 wordt

voor benchmarkdoeleinden een correctiefactor bepaald die de invloed van de bezettingsgraad op de gemeten gasintensiteit beschrijft.

Figuur 31 Gemeten gasintensiteit in m^3/m^2 GO naar ruimtegebruiksklassen, binnen labelklassen. temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=964



Niet direct waarneembaar zijn de combinaties waarbij gemeten en berekend het verst van elkaar verwijderd zijn (Figuur 31 versus Figuur 29):

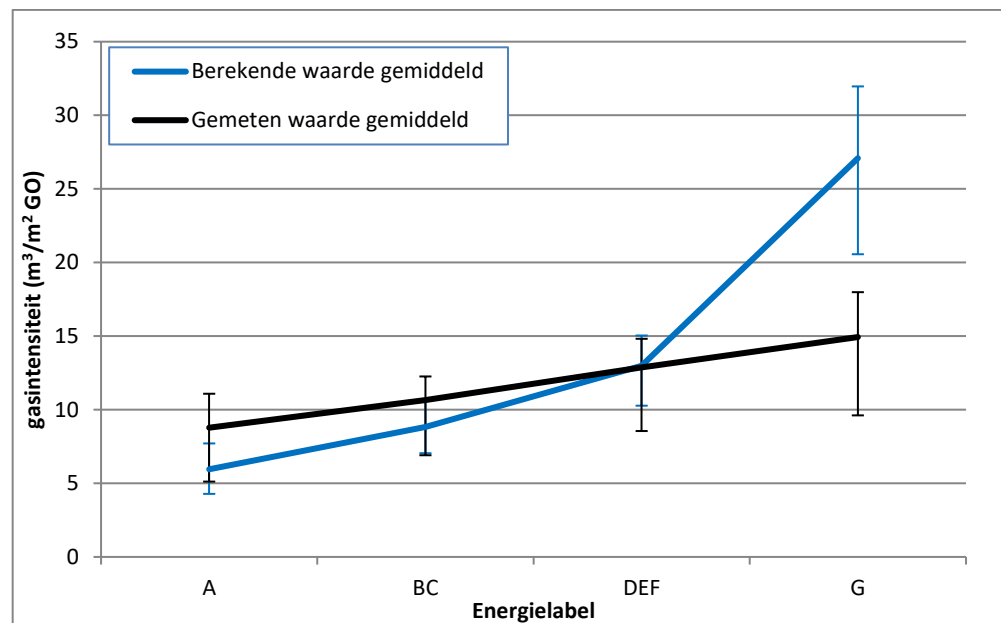
- Het gemeten verbruik is 1,6 maal het berekend verbruik voor de hoogste bezettingsgraad binnen de A-labels (de eerste linker staaf binnen beide figuren).
- Het gemeten verbruik is minder dan de helft van het berekend verbruik voor de laagste bezetting binnen de G-labels (de laatste rechter staaf binnen de figuren).

3.5.6 *Opgedeeld naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen binnen labelklassen*
 In deze paragraaf combineren we voorgaande drie effecten. De werkelijk waarden zijn nu minder belangrijk; het gaat om het begrijpen van de dynamiek; het vinden van een trendmatigheid. In hoeverre beïnvloedt de combinatie grootte en bezettingsgraad de gasintensiteit van een energielabel¹⁷? Welk deel van de immer gevonden bandbreedte wordt ermee verklaard? Hoe groot is het (gecombineerde) effect ervan op het verschil EPA-berekend versus CBS-gemeten?

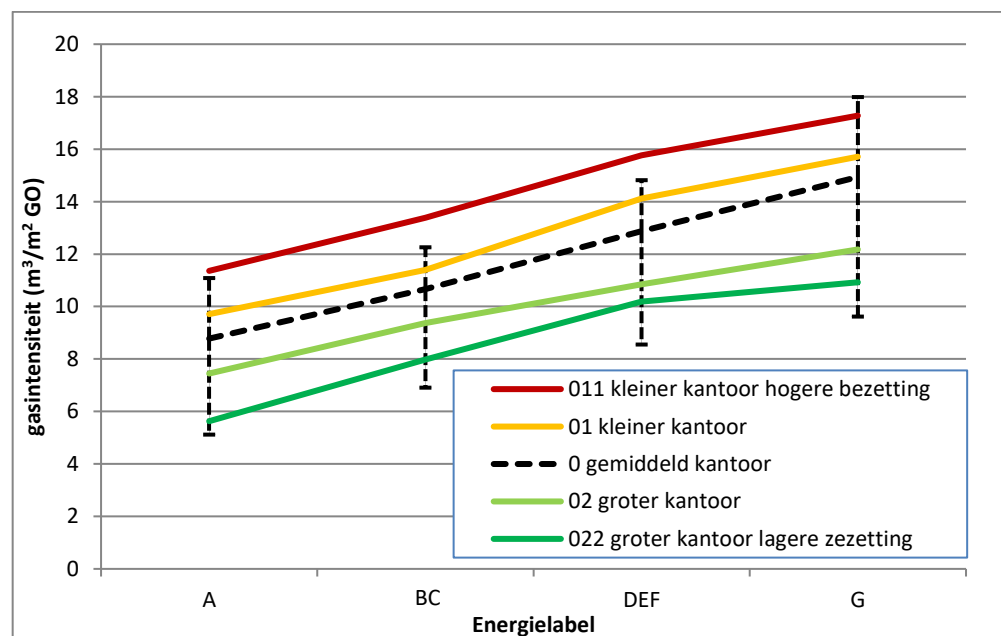
We starten met de inmiddels welbekende basissituatie. Figuur 32 toont de gemiddelde berekende en gemeten gasintensiteit die in eerdere figuren al voorbij zijn gekomen. Ook het 25%- en 75%-percentiel is ingetekend. De gemeten waarde ligt voor de betere labels onder de berekende waarde, bij de slechtere labels is dit andersom. Doordat nu ook de berekende waarde is gecorrigeerd, ligt deze nu wat hoger en kruisen de trends elkaar rond de [DEF] labels.

¹⁷ Deze analyse betreft de gelabelde voorraad. We verwachten echter dat de uitkomsten qua trendmatigheden ook gelden voor de niet-gelabelde voorraad naar bouwjaarklassen.

Figuur 32 Gemeten- (N=964), en berekende (N=661) gasintensiteit naar labelklassen, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels



Figuur 33 Gemeten gasintensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=964



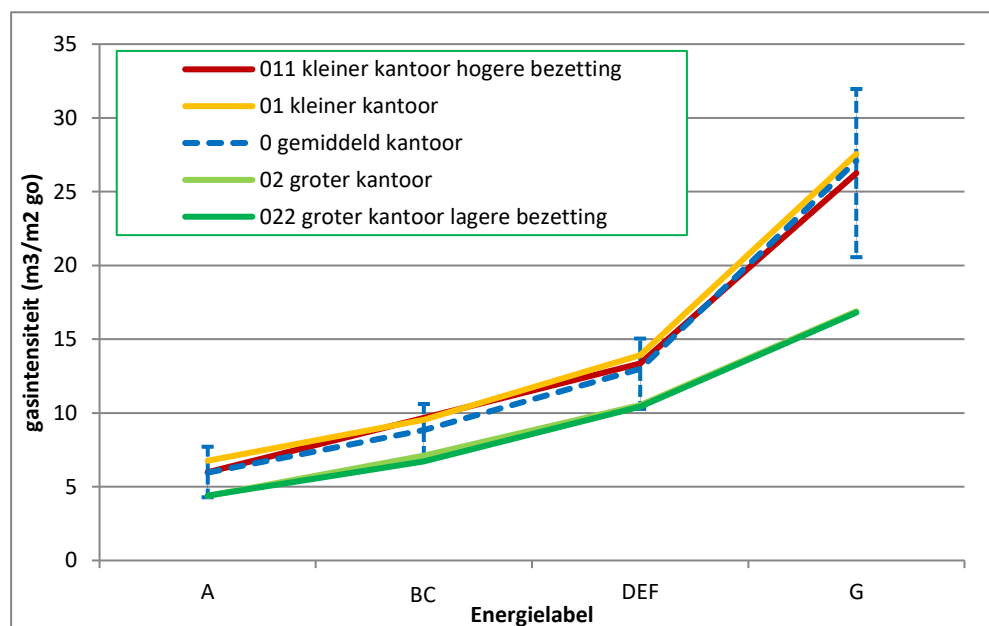
In Figuur 33 wordt de gemeten gasintensiteit naar drie niveaus gegeven. Alleen de 'uiterste grenzen' zijn opgenomen. De onderbroken middellijn is de gemiddelde waarde van de vorige figuur. De gele lijn erboven is de waarde voor een kleiner kantoor, hier de populatie tot $2500 \text{ m}^2 \text{ GO}$. De lichtgroene lijn eronder is de waarde voor een groter kantoor; hier de populatie vanaf $2500 \text{ m}^2 \text{ GO}$. Omdat er binnen de

populatie veel meer kleinere gebouwen zijn dan grotere, ligt het gemiddelde voor de gehele populatie hier dichterbij de buurt¹⁸.

Op dit niveau is nog geen rekening gehouden met het ruimtegebruik per FTE. Bij de bovenste lijn gebeurt dit wel; uit de kleinere kantoren is de subpopulatie gedestilleerd met een hogere bezettingsgraad dan gemiddeld; hier met een ruimtegebruik van 4 tot 30 m² GO per FTE. De onderste lijn representeert de grotere kantoren waar een lagere bezetting is dan gemiddeld, hier 30 tot 50 m² GO per FTE. Een belangrijke constatering is dat deze buitenste grenzen een flink deel van de oorspronkelijke spreiding 'verklaren'. Noot dat deze uitspraak slechts berust op hetgeen we hier observeren, en niet statistisch is getoetst op significantie.

In Figuur 34 is hetzelfde weergegeven voor de door EPA berekende (gecorrigeerde) gasintensiteit. Omdat de bezettingsgraad geen invloed uitoefent op de EPA berekening, vallen de twee lijnen boven de onderbroken middellijn vrijwel samen. Hetzelfde geldt voor de twee onderste lijnen. Duidelijk is de 'versnelde' toename van de gasintensiteit bij de kleinere-slechtere gebouwen te zien die we al kennen. Omdat er binnen deze populatie nu nog meer kleinere gebouwen zijn dan grotere, ligt het gemiddelde voor de gehele populatie hier nog dichterbij de buurt.

Figuur 34 Berekende gasintensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=661

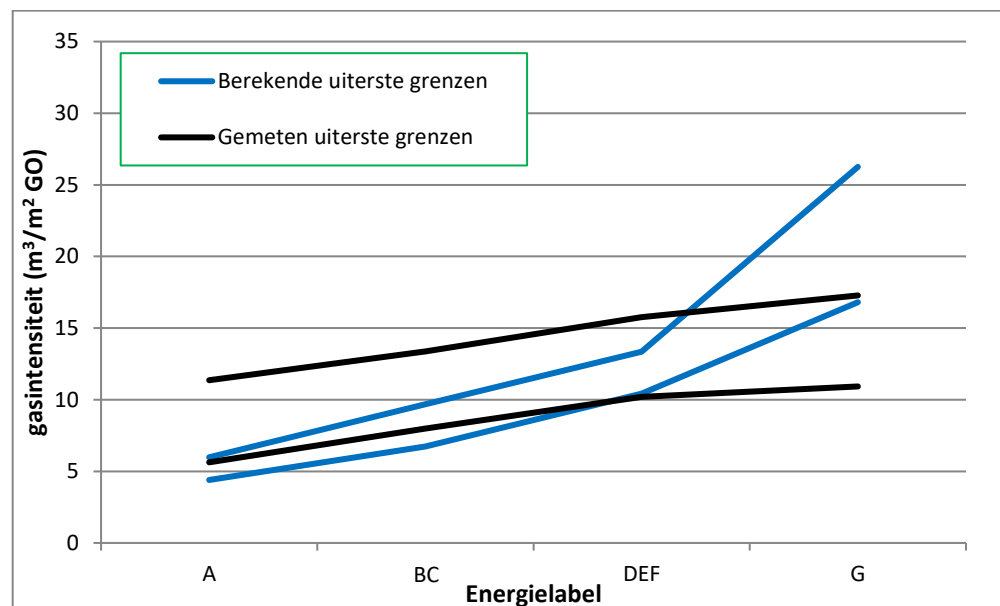


In Figuur 35 tenslotte zijn de uiterste grenzen van de twee voorgaande figuren (Figuur 33 en Figuur 34) overgenomen. De zwarte lijnen tonen de uiterste grenzen van de gemeten waarden; de blauwe lijnen die van de berekende waarden. Hiermee kunnen we concluderen dat de berekende waarden tot en met F-labels in

¹⁸ In Figuur 6 in de samenvatting zijn het gemeten gas- en elektriciteitsverbruik samengevoegd. Omdat het effect van kantoor grootte op de twee intensiteiten tegengesteld is, heffen deze elkaar grotendeels op. De bezettingsgraad op de intensiteit blijft onverminderd groot.

ieder geval voor een deel binnen de 'uiterste grenzen' van de gemeten waarden vallen. Deze aanhalingstekens wijzen op het feit dat dit nog niet de werkelijke uiterste grenzen zijn; bij een grotere SPSS kantorenpopulatie zouden we in staat zijn de buitenste grenzen van de gemeten gasintensiteit verder uit elkaar te schuiven door in te zoomen op nog smallere klassenindelingen. Ook is opnieuw te concluderen dat het bij de G-labels toch echt niet lekker loopt; de berekende waarde neemt sneller toe ten opzichte van het eerdere traject; de gemeten waarde neemt juist minder snel toe.

Figuur 35 De uiterste grenzen van voorgaande twee figuren gecombineerd, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels



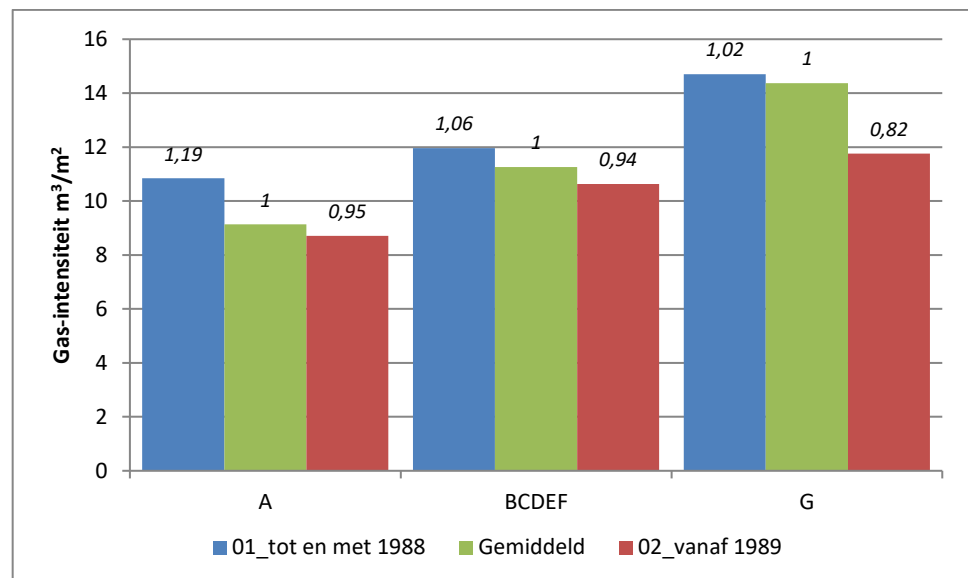
Waarschijnlijk zouden de uiterste grenzen voor de gemeten waarden nog verder kunnen opschuiven wanneer ook rekening wordt gehouden met het originele bouwjaar. Dit zal blijken uit de volgende paragraaf. De huidige kantorenpopulatie is echter te klein om deze vierde factor mee te nemen in Figuur 35.

3.6 Overige aspecten

3.6.1 De invloed van bouwjaarklassen binnen een labelklasse

Het energielabel overschrijft als indicatie voor de energetische kwaliteit als het ware het originele bouwjaar, waarmee dit bouwjaar niet meer van toepassing is. Toch is voor te stellen dat een A-label kantoor, afkomstig vanuit een diepe renovatie, een andere warmtehuishouding behoudt in vergelijking tot een A-label kantoor dat als zodanig is ontworpen. Dit wordt met Figuur 36 getest.

Figuur 36 De invloed van het originele bouwjaar binnen een energielabel op de gemeten gasintensiteit, enkel gasketels, N=1.835



De voorraad is in de figuur naar drie labelklassen ingedeeld. Binnen een labelklasse worden twee originele bouwjaarklassen onderscheiden; in het midden van de twee wordt het gemiddelde verbruik weergegeven. Voor iedere labelklasse blijkt dat de oorspronkelijk oudere voorraad meer verbruikt dan de recentere voorraad. Bij de A en G-labels ligt dit verbruik 20% hoger; bij de geaggregeerde labels [BCDEF] is dit 11%.

Ook logisch is dat voor de A-labels het recenter deel weinig afwijkt van het gemiddelde; omdat het gemiddelde juist door dit recenter deel gedomineerd wordt. Een parallel is te trekken voor de G-labels, waarbij het gemiddelde gedomineerd wordt door het oudste deel van de populatie. Kijken we naar de [BCDEF] labels dan wijkt het oudere deel net zoveel van het gemiddelde af, als het recentere deel.

De auteur denkt dat dit effect (grotendeels) los staat van grootteklassen omdat in paragraaf 2.3 is geconcludeerd dat 'alhoewel de grootste kantoren meer bij de recentere bouwjaarklassen staan, zijn er eenvoudigweg zo veel meer kleinere kantoren, dat die ook binnen de oudere bouwjaarklassen domineren'. Hiermee lijkt een effect van het originele bouwjaar binnen een labelklasse aangetoond, waarbij nog niet bekend is of het effect significant is.

Aanbeveling: bij de zoektocht naar een optimale benchmarkmethodiek en bij de strategie om indicatieve labels toe te kennen is het aan te bevelen de invloed van het originele bouwjaar binnen een labelklasse verder te onderzoeken.

3.6.2 *Indicatief label op grond van de gasintensiteit*

In deze paragraaf zoeken we naar een indicatief label op grond van de gasintensiteit. Hiervoor vergelijken we de gemiddelde gasintensiteit van labelklassen met dat van kantoren uit een bepaald bouwjaar. Wanneer deze twee matchen, is het kantoor voorzien van een indicatief label. De analyses zijn niet met

dit primaire doel uitgevoerd, maar 'bijproducten' van andere analyses. Dit betekent dat er enige voorzichtigheid geboden is bij het interpreteren van de resultaten.

Eerst wordt de gehele voorraad (gelabeld + niet-gelabeld) per origineel bouwjaar vergeleken met labelklassen, daarna zoomen we in op enkel de niet-gelabelde voorraad. Bij deze tweede analyse wordt rekening gehouden met het verschil in de bezettingsgraad en de gemiddelde grootte van gelabeld versus niet-gelabeld. De resultaten van de twee analyses zijn dan ook niet 1-op-1 met elkaar vergelijkbaar.

Gehele voorraad per origineel bouwjaar versus labelklassen

In Figuur 37 geven de horizontale lijnen de gemiddelde gasintensiteit per labelklasse. De stippellijn erdoorheen geeft de trendmatige gasintensiteit van de gehele voorraad (dus gelabeld en niet-gelabeld), per bouwjaar. Een kantoor uit een recenter bouwjaar zal gemiddeld gezien van een betere kwaliteit zijn met een hogere isolatiewaarde en mogelijk warmteterugwinning uit mechanische ventilatie, waardoor het gasverbruik lager ligt. De kruispunten geven een indicatie van de gemiddelde energetische kwaliteit in 2016 per origineel bouwjaar, uitgedrukt in een 'indicatief label' en samengevat in Tabel 13. De gemiddelde gasintensiteit van labelklasse C wordt bijvoorbeeld gekruist door de gemiddelde (trendmatige) gasintensiteit van (bijna) bouwjaar 1998. Hiermee zou geconcludeerd kunnen worden dat de kantorenvoorraad gebouwd vanaf 1998 gemiddeld gezien minimaal de energetische kwaliteit van energielabel C heeft¹⁹. Dit dan vanuit het perspectief van de gasintensiteit, voor de elektriciteitsintensiteit ziet deze relatie er heel anders uit, zal uit paragraaf 4.6.2 blijken. Hierbij is geen rekening gehouden met de bezettingsgraad, noch met de grootte.

ECN.TNO heeft in een aantal eerdere studies gebruik gemaakt van een vergelijkbare relatie, maar dan bepaald op grond van aanscherpingsmomenten van het bouwbesluit en/of de EPC normering voor nieuwbouw. Bijlage E in (Sipma et al., 2017) verwoordt de keuzes die toen zijn gemaakt. In (Niessink, Menkveld, & Sipma, 2017) is dezelfde strategie ook toegepast voor andere bouwtypen. In Tabel 13 is deze theoretische aanname overgenomen en vergeleken met wat we nu vanuit de praktijk vinden²⁰. Op grond van dit vergelijk lijkt de theoretische inschatting redelijk goed (groene cellen); enkel energielabel F lijkt 3 jaar later bereikt te zijn dan theoretisch werd aangenomen (rode cel). Er is hier echter nog geen rekening gehouden met de bezettingsgraad, noch met de grootte. Vooral deze laatste factor zou van grote invloed kunnen zijn op de samenhang, zal uit het volgende tekstblok blijken.

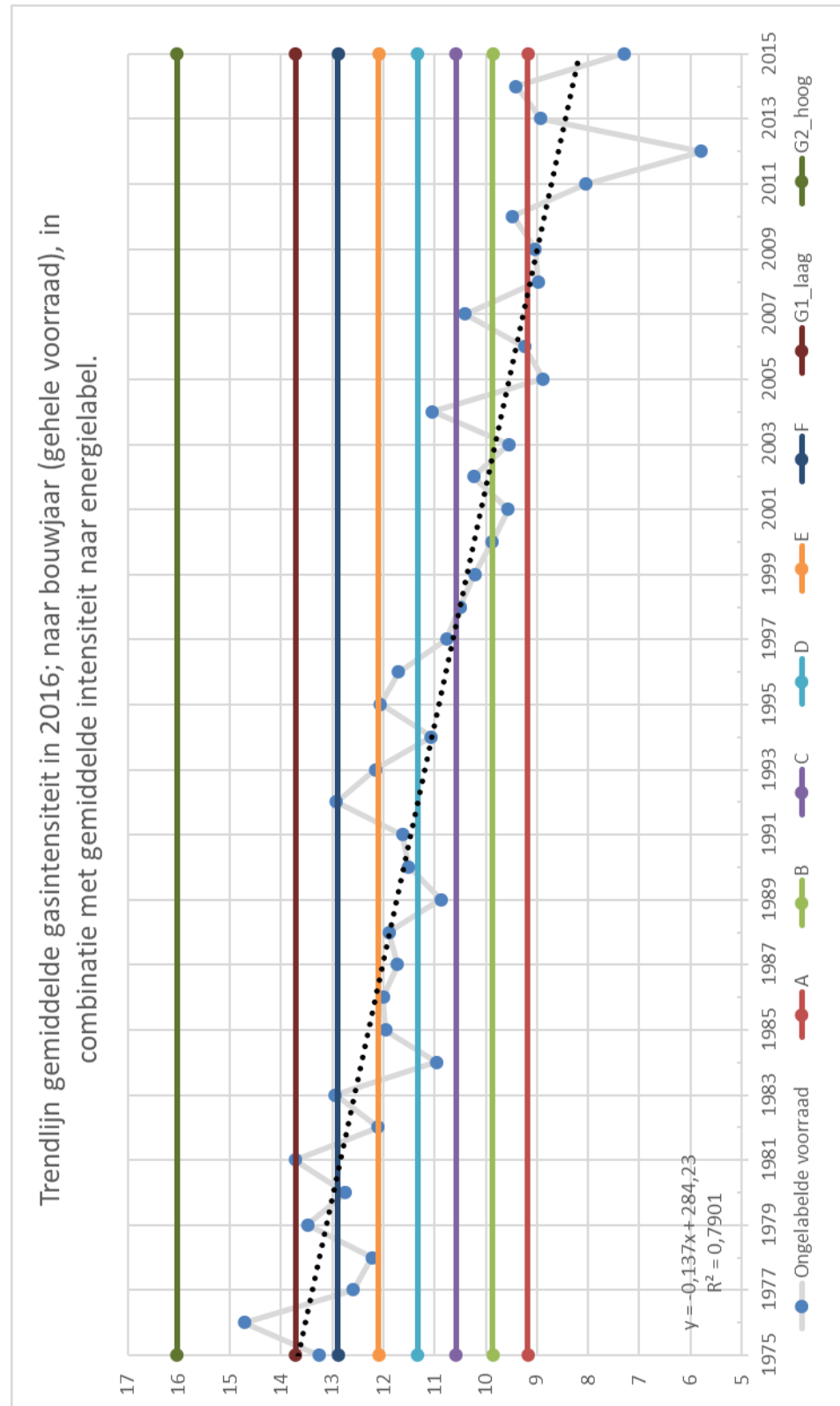
¹⁹ Soms wordt het bouwjaar gegeven als het moment dat de bouwvergunning is afgegeven en de eerste steen is gelegd, soms is het bouwjaar het jaar van oplevering. De periode hiertussen is de gemiddelde bouwperiode, die meestal zo'n drie jaar omvat.

²⁰ Ook de tabellen die in Hoofdstuk 2 zijn opgenomen tonen deze samenhang in de eerste kolom.

Tabel 13 Relatie energetische kwaliteit labelklassen en origineel bouwjaar voor de gehele voorraad.

Labelklasse	Op grond van gemiddelde gasintensiteiten bereikt door origineel bouwjaar	Aanname ECT.TNO in eerdere studies
A	2009	vanaf 2010
B	2003	
C	1998	vanaf 1997
D	1992	
E	1987	vanaf 1989
F	1980	vanaf 1977
G1_laag	1975	vóór 1977
G2_hoog	<1910	vóór 1921

Figuur 37 Samenhang gemiddelde gasintensiteiten gehele voorraad per bouwjaar (N=12.723), vergeleken en gemiddelde gasintensiteiten per labelklasse (N=1.833). Ongecorrigeerd, enkel gasketels.



Aanbeveling: Figuur 80 in Bijlage C toont hetzelfde als Figuur 37, maar dan vanaf bouwjaar 1900. De benchmarkdata voor de niet-gelabelde kantorenpopulatie is ingedeeld naar bouwjaarklassen. De gedachte hierachter is dat binnen eenzelfde bouwjaarklasse, vanwege de toen geldende bouwvoorschriften, kantoren ongeveer dezelfde energetische kwaliteit hebben. Ondanks het grillige patroon, tonen deze figuren een trendmatigheid voor de gasintensiteit naar origineel bouwjaar; *ook* binnen een onderscheiden bouwjaarklasse. Deze zou als additionele parameter de benchmarkmethodiek, die in Hoofdstuk 6 wordt uitgewerkt, kunnen verbeteren. Een aanbeveling is hier onderzoek naar te doen.

Niet-gelabelde voorraad per bouwjaarklasse versus labelklassen, gecorrigeerd voor bezettingsgraad en grootte

In hoofdstuk 6 kan tijdens het benchmarken van een niet-gelabeld kantoor uit een bepaalde bouwjaarklasse, een indicatief label worden gevonden, op grond van intensiteiten. Hierbij wordt gecorrigeerd voor de bezettingsgraad en grootte. Door deze correcties wordt de gasintensiteit van labelklassen eerder bereikt dan we zojuist vonden in Tabel 13. Deze verschuiving is te verklaren met de volgende effecten (samengevat in Tabel 14):

- De gasintensiteit per labelklasse wordt nu vergeleken met de gasintensiteit per originele bouwjaarklasse, in plaats van per bouwjaar. Bovendien betreft het enkel de *niet-gelabelde voorraad*. Omdat de gemiddelde energetische kwaliteit van dit segment relatief gezien wat slechter zal zijn dan voor de gehele voorraad, zal de gestippelde lijn in Figuur 37 hoger komen te liggen, Hierdoor wordt een bepaald label **wat later** bereikt. Dit effect is echter relatief klein²¹.
- Omdat de gelabelde voorraad (gemiddeld) een *hogere bezetting* heeft in vergelijking tot de niet-gelabelde voorraad, wordt hiervoor gecorrigeerd, alsof beiden 'dezelfde bezetting hebben'. Wanneer de gelabelde voorraad wordt aangepast aan de niet-gelabelde voorraad, schuiven hiermee in gedachten de horizontale labellijnen in Figuur 37 wat naar beneden en wordt een bepaald label **wat later** door de gestippelde lijn bereikt. Ook dit is maar een klein effect.
- Een veel groter effect geeft de correctie voor *verschil in (gemiddelde) gebouwgrootte*. Binnen de SPSS populatie ligt de gemiddelde grootte van de niet-gelabelde voorraad rond de 750 m² GO; die van de gelabelde voorraad ligt rond de 2.300 m² GO. Gecombineerd heeft de gestippelde blauwe lijn in Figuur 37 een gemiddelde grootte van 965 m² GO. De gasintensiteit neemt binnen deze grootteklasse sterk af met de grootte (zie het steile stuk van Figuur 25). Als ook hiervoor wordt gecorrigeerd, schuiven in gedachten de horizontale labellijnen omhoog en wordt een bepaald label **wat eerder** door de gestippelde lijn bereikt.

²¹ Reden: slechts 14% van het totaal aantal SPSS kantoren is gelabeld. Deze nemen weliswaar gezamenlijk 52% van het totaal oppervlak in beslag, maar omdat we ons hier richten op het ongewogen gemiddelde, is het eerste percentage bepalend voor de grootte van dit effect. Dat dit effect relatief klein zal zijn, volgt dan uit Figuur 21, waarin de gemeten gasintensiteit voor de gehele en niet-gelabelde voorraad weinig van elkaar blijken te verschillen.

Tabel 14 vat deze effecten samen; het effect in de geel gearceerde cellen is hierboven benoemd.

Tabel 14 Samenvatting corrigerende effecten op **Figuur 37**, waardoor een vervroeging zal optreden in **Tabel 13**, waarvan het netto resultaat wordt weergegeven in **Tabel 15**

	Betreft	Relatief effect op stippellijn niet-gelabelde voorraad	Relatief effect op horizontale lijnen gelabelde voorraad	Effect op gas-intensiteit
De energetische kwaliteit en modernisering van de niet-gelabelde voorraad is lager dan voor de gehele voorraad	gas	hoger	lager	later
De gelabelde voorraad heeft een hogere bezetting	gas	hoger	lager	later
De gelabelde voorraad is gemiddeld gezien groter	gas	lager	hoger	eerder, relatief groot effect
Indicatie netto effect, label A wordt bereikt:				5,5 jaar eerder

Het netto effect van voorgaande wordt weergegeven in Tabel 15²². We kunnen hiermee bijvoorbeeld concluderen dat de *niet-gelabelde* kantorenvoorraad gebouwd tussen [1997 en 2010] gemiddeld gezien dezelfde gasintensiteit heeft als energielabel A. Hiermee wordt label A eerder bereikt dan het geval was in Tabel 13. De benchmark-Excel die in Hoofdstuk 6 wordt besproken zal dit voor het eigen kantoor visueel weergeven. Vergelijk dit met tabellen Tabel 6 en Tabel 7 in paragraaf 2.3, waar de samenhang wordt getoond tussen de bouwjaar- en labelklassen voor de al wel gelabelde voorraad. Ook hier blijkt bijvoorbeeld bouwjaar-klasse [1997 – 2010] een sterke relatie heeft met label A (althoewel niet bekend is of dit niveau vanwege aanvullende renovaties is bereikt).

Tabel 15 Relatie energetische kwaliteit labelklassen en originele bouwjaar-klasse voor de niet-gelabelde voorraad, gecorrigeerd voor de bezettingsgraad en grootte.

Labelklasse	Label valt binnen ongelabelde bouwjaar-klasse, gecorrigeerd voor bezettingsgraad en grootte
beter dan A gemiddeld	7. vanaf 2010
A	6. van 1997 tot en met 2010
B	5. van 1989 tot en met 1996
C	4. van 1977 tot en met 1988
D	4. van 1977 tot en met 1988
E	3. van 1967 tot en met 1976
F	2. van 1922 tot en met 1966
G	1. tot en met 1921

²² De tabel geldt voor een kantoor van 1500 m² GO, maar gebleken is dat er weinig verandert wanneer een andere grootte wordt doorgerekend. Zie ook paragraaf 6.7 waar deze relatie wordt gelegd voor de gehele niet-gelabelde voorraad, onafhankelijk van de grootte.

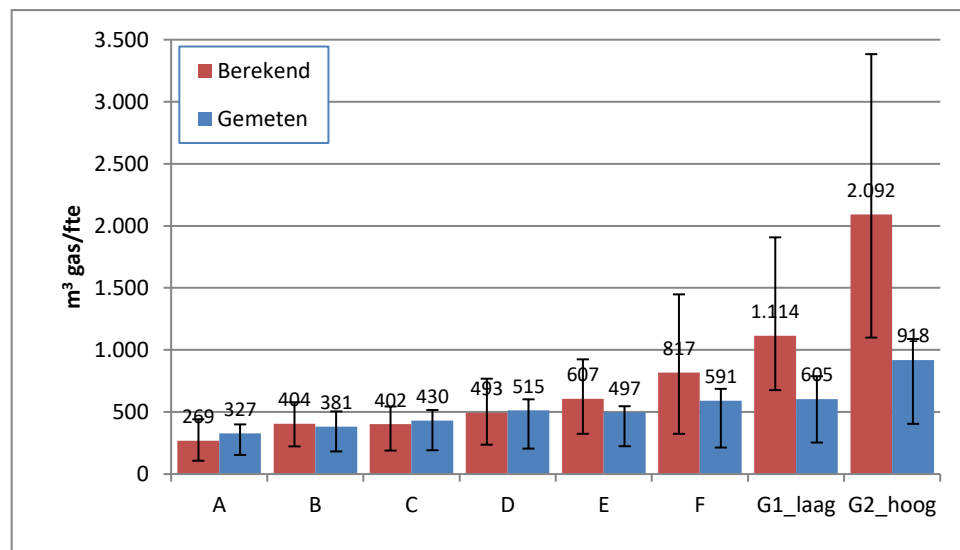
Noot dat deze samenhang weer terugkomt in paragraaf 7.1 waar een werkelijk en indicatief gasbesparingspotentieel wordt bepaald voor de niet-gelabelde voorraad, die naar een bepaald label wordt gerenoveerd. Hierbij worden dezelfde bouwjaarklassen onderscheiden.

3.6.3 Gasverbruik per FTE naar labelklassen

Het gemiddeld jaarlijks gasverbruik per FTE komt op 495 m³ gas. Ter referentie; dit ligt een factor 4,7 maal hoger in vergelijking tot het gemiddeld gasverbruik per leerling in het basisonderwijs (Sipma & Niessink, 2018). In paragraaf B.9 zien we dat het ruimtegebruik een factor 5,7 maal hoger ligt. In Figuur 38 wordt het gasverbruik per FTE naar labelklassen gegeven, inclusief het 25%- en 75% percentiel. Een FTE binnen een diepe-G verbruikt maar liefst 7,7 maal meer gas dan een FTE binnen een kantoor met een A-label.

Het berekend verbruik per FTE ligt bij de hoge G-labels bijna drie maal zo hoog dan gemeten. Dit is een stuk hoger dan wanneer uitgedrukt als een verbruik per m² GO (paragraaf 3.5.2). We wisten al dat het bij de G-labels niet lekker loopt bij de EPA berekening, mede doordat juist hier relatief veel kleinere kantoren tussen zitten (Tabel 7 & Figuur 34). Maar de leegstand is hier ook net wat groter (paragraaf 2.5.5). Dit resulteert in de grotere afwijking tussen een berekend en gemeten gasintensiteit, wanneer uitgedrukt per FTE.

Figuur 38 Berekend (N=661) en gemeten (N=964) gasverbruik (m³) per FTE, temperatuur gecorrigeerd, enkel gasketels, N=964



3.7 Samenvatting

De gecorrigeerd gasintensiteit komt over het verbruiksjaar 2016 uit op 13 m³/m² GO. Dit ligt ongeveer 13% lager ten opzichte van het eerdere Kentallenproject over verbruiksjaar 2013. Vanaf het jaar 2002 toont de gasintensiteit een gestage daling. Hier zit echter het effect van nieuwbouw doorheen. Wanneer we de gasintensiteiten per bouwjaarklasse vergelijken (over verbruiksjaaren 2016 en 2013), blijkt dat het gasverbruik van kantoren gebouwd vóór 1990 een factor 1,4 maal meer is

afgenomen dan kantoren die gebouwd zijn tussen 1990 en 1994. Ten opzichte van de kantoren gebouwd na 1994 (waar nieuwbouw dus bij in zit), is deze afname zelfs een factor 2,5 groter.

Wanneer we de gemeten gasintensiteit vergelijken met de berekende gasintensiteit volgens de energielabelmethodiek, blijkt de berekende waarde gemiddeld een factor 1,3 hoger te liggen. Beiden zijn hierbij graaddagen gecorrigeerd. De door EPA berekende gasintensiteit wijkt hierbij steeds meer af naar boven, naarmate kantoren kleiner en slechter van kwaliteit zijn. De afwijking naar boven wordt ook groter naarmate het ruimtegebruik per FTE (dus de mate van leegstand) toeneemt. Omdat deze drie factoren samenkomen bij de G-labels, is hier de afwijking van berekend ten opzichte van gemeten over het algemeen het grootst.

Rondom gemiddelde gasintensiteiten naar labelklassen worden altijd grote bandbreedtes gevonden. Een belangrijke observatie uit dit onderzoek is dat de bandbreedte aan de bovenkant voor een groot deel bepaald wordt door de kleinste, meest-bezette kantoren. Naar beneden toe geldt dit voor de grootste, minst-bezette kantoren. Dit 'verklaren' komt voort uit een visuele analyse van figuren en is niet onderbouwd met een statistische toets. Wanneer rekening wordt gehouden met deze factoren in het traject tot de G-labels, liggen de berekende en gemeten gasintensiteiten (visueel gezien) deels binnen elkaars bandbreedte.

Een factor die nog niet goed onderzocht is, is het originele bouwjaar binnen eenzelfde labelklasse. Het is voor te stellen dat een A-label kantoor, afkomstig vanuit een diepe renovatie, een minder efficiënte warmtehuishouding behoudt in vergelijking tot een A-label kantoor dat als zodanig is ontworpen. Hier is een zwak bewijs voor gevonden waarvan de significantie nog niet bekend is. Waarschijnlijk bepaalt ook deze factor een deel van de eerder genoemde bandbreedte. Voor een verbeterde benchmarkmethodiek is het aan te bevelen hier meer onderzoek naar te doen.

In plaats van een intensiteit uit te drukken in een verbruik per m^2 GO, kan deze ook worden uitgedrukt in een verbruik per FTE, waarvoor gemiddeld 440 m^3 gas is gevonden. Ter referentie; dit ligt een factor 4,7 maal hoger in vergelijking tot het gemiddeld gasverbruik per leerling in het basisonderwijs. Het ruimtegebruik ligt overigens een factor 5,7 maal hoger. Dit verbruik neemt toe met een slechter label; een FTE binnen een diepe-G verbruikt maar liefst 7,7 maal meer gas dan een FTE binnen een kantoor met een A-label. Het ultieme verschil tussen berekend en gemeten wordt nu juist bij de G-labels gevonden; de berekende intensiteit ligt hier maar liefst 3 maal hoger dan de gemeten intensiteit.

4 Kantoren elektriciteitsintensiteiten

4.1 Inleiding

In Hoofdstuk 4 worden de analyses van elektriciteitsintensiteiten uitgewerkt. Dit hoofdstuk volgt vrijwel de opbouw van het vorige hoofdstuk; echter nu met minder uitvoerige uitleg.

Eerst wordt in paragraaf 4.2 de gemiddelde elektriciteitsintensiteit bepaald voor de gehele SPSS kantorenvorraad. Dit wordt toegevoegd aan historische data, waarmee de ontwikkeling vanaf 2002 indicatief zichtbaar wordt. Omdat het effect van nieuwbouw hier doorheen speelt, wordt de intensiteit die nu gevonden wordt per bouwjaarklasse, vergeleken met het eerdere kantorenonderzoek over 2013.

In paragraaf 4.3 worden de intensiteiten opgedeeld naar de gelabelde versus niet-gelabelde SPSS kantorenvorraad. Paragraaf 4.4 duikt dieper in de gelabelde voorraad en vergelijkt de huidige berekende en gemeten intensiteiten naar labelklassen met de vorige studie over 2015. De verwachting is dat deze per labelklasse een constante is; een labelklasse representeert immers juist de energetische kwaliteit. De berekende- en gemeten intensiteit zijn nu niet zoals in het vorige gas-hoofdstuk met elkaar vergelijkbaar. De eerste zegt iets over het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik, de tweede over het totaal verbruik. Juist dit is interessant aangezien het verschil tussen de twee iets kan zeggen over het gebruikersgebonden verbruik. Hier wordt in dit hoofdstuk diverse malen op ingegaan, alhoewel de waarnemingen als indicatief moeten worden gezien.

In paragraaf 4.5 worden de factoren die invloed uitoefenen op de hoogte van intensiteiten verder onderzocht. Gekeken wordt naar het effect van (combinaties) van grootte- en bezettingsgraden op het verbruik per labelklasse. Dit zijn factoren die (deels) de bandbreedte verklaren rondom gemiddelde intensiteiten. Het meest gedetailleerd is de analyse van intensiteiten opgedeeld naar drie niveaus; bezettingsgraden binnen grootteklassen per labelklasse. Het primaire doel van deze paragraaf is de invloed van deze factoren op de intensiteiten te begrijpen.

In paragraaf 3.6 wordt kort aangestipt dat er een indicatie is dat het originele bouwjaar van een gerenoveerd kantoor, nog van invloed kan zijn op de uiteindelijke prestatie. Hier moet echter beter naar gekeken worden. Als laatste wordt de elektriciteitsintensiteit uitgedrukt per FTE, in plaats van per m² GO. De samenvatting van paragraaf 4.7 sluit het hoofdstuk af.

4.2 Gehele SPSS kantorenvorraad

4.2.1 *Het gemiddeld (historisch) verbruik*

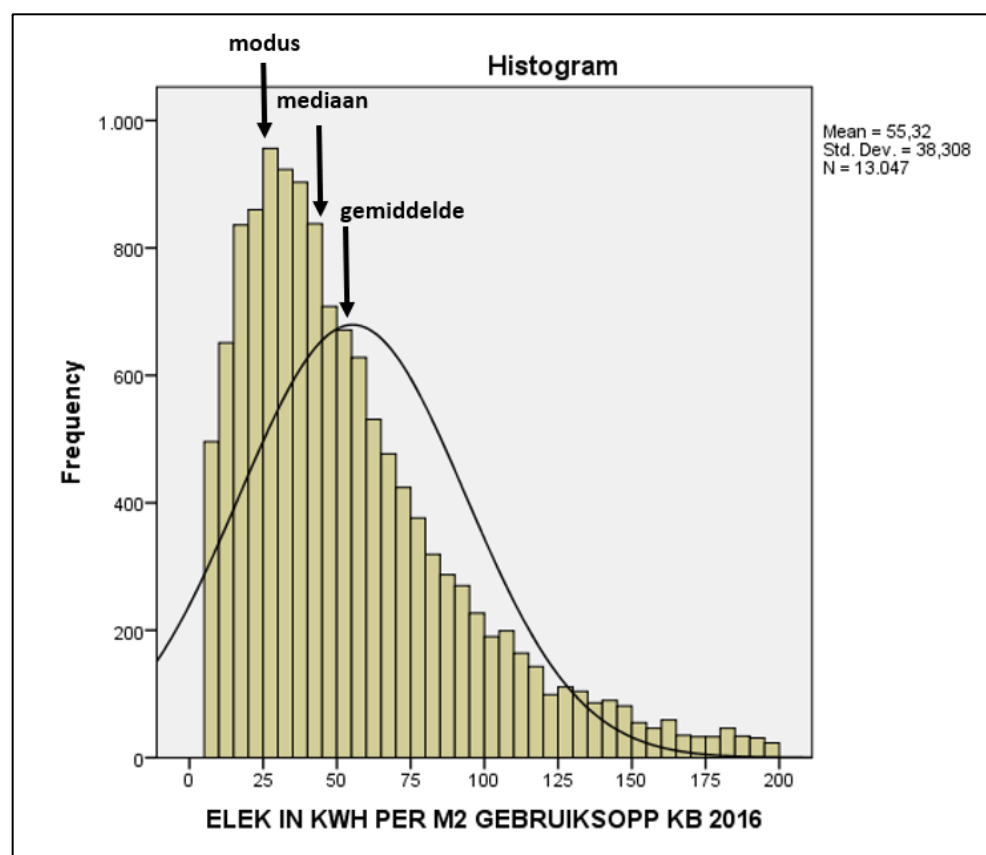
In Figuur 39 wordt de frequentietabel gegeven voor de elektriciteitsintensiteit. Gemiddeld ligt deze in 2016 op 55,3 kWh/m² GO. Dit gemiddelde ligt procentueel gezien een stuk hoger ten opzichte van de mediaan en vooral de modus, in vergelijking tot de situatie bij de gasintensiteit (paragraaf 3.2.1).

De auteur kan zich voorstellen dat dit te maken heeft met het feit dat elektrische warmtepompen onderdeel uitmaken van deze analyse (zie voetnoot 23). Hier kan aan worden toegevoegd de constatering in hoofdstuk 5 dat de

elektriciteitsintensiteit van (gedeeltelijk) leegstand nog steeds relatief hoog is, in vergelijking tot de equivalente gasintensiteit. Beide factoren maken dat de gemiddeld elektriciteitsintensiteit verder van de modus wordt verwijderd naar een hogere waarde.

Dit is echter slechts een hypothese. De tweede factor is hiermee een relatief belangrijke correctiefactor voor de benchmarkmethodiek die in hoofdstuk 6 wordt ontwikkeld. Ook de (gerelateerde) invloed van de bezettingsgraad op de elektriciteitsintensiteit is veel groter, zal daar blijken.

Figuur 39 Frequentietabel elektriciteitsintensiteit kantoren 2016; zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming²³.



²³ Dit betekent dat het elektriciteitsverbruik van elektrische warmtepompen onderdeel van deze analyse zijn. Dit zullen er echter maar relatief weinig zijn (zie Bijlage A.7, rond de 1% van de SPSS populatie). Het filter om de 4% kantoren die op stadsverwarming zijn aangesloten niet mee te nemen is blijven staan vanuit de gasanalyse. Dit was achteraf gezien niet noodzakelijk, alhoewel hiermee, vanwege de constantere populatie, wel nauwkeuriger naar een gemiddeld *totale* intensiteit kan worden geanalyseerd.

N	Valid	13047
	Missing	0
Mean		55,3
Std. Error of Mean		0,335
Median		45,4
Mode histogram		27,5
Std. Deviation		38,3
Variance		1468
Skewness		1,274
Std. Error of Skewness		0,021
Kurtosis		1,670
Std. Error of Kurtosis		0,043
Range		355,7
Percentiles	5	11,2
	25	27,1
	50	45,4
	75	73,6
	95	135,3

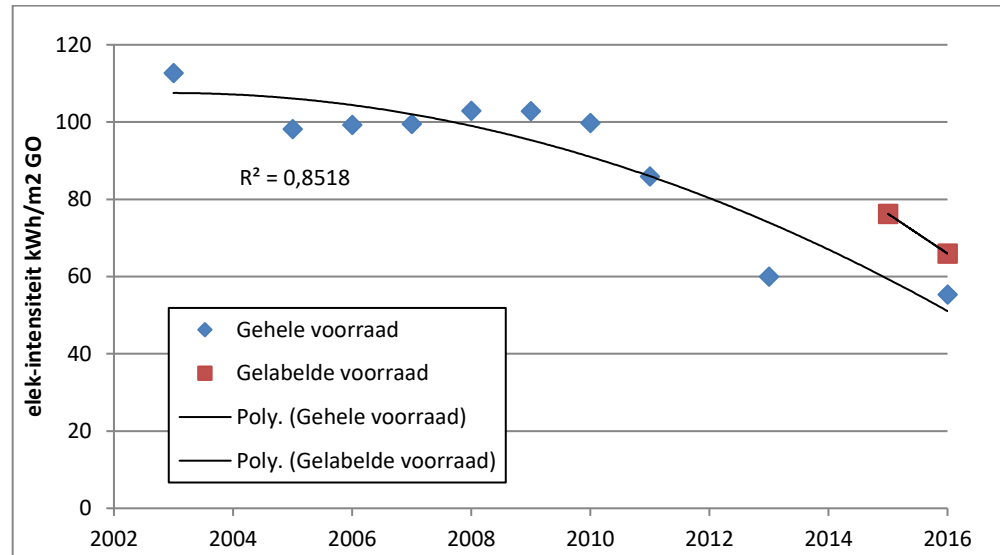
De tabel links geeft de bijbehorende centrummaten.

In vergelijking tot de 2013-elektriciteitsintensiteit uit het kentallenonderzoek (Sipma & Rietkerk, 2016) ligt de waarde bijna 8% lager (vergelijk de 10^{de} met de 9^{de} rij in Tabel 16). Noot dat de gasintensiteit volgens paragraaf 3.2.1 ongeveer 13% lager ligt

Tabel 16 Elektriciteitsintensiteit door de jaren heen, kantoren

Rij	Jaar	Bron	Referentie	kWh/m ² bvo	kWh/m ² go
1	2003	Cijfers en tabellen uitgave 2007	(Hoevenagel 2012)	93,5	112,7
2	2005	Ubouwpanel	(SenterNovem 2007)	81,5	98,2
3	2006			82,4	99,2
4	2007			82,6	99,5
5	2008			85,4	102,9
6	2009			85,4	102,9
7	2010			82,8	99,8
8	2011			71,4	86,0
9	2013	Kentallenproject	(Sipma and Rietkerk 2016)		60,0
10	2016	Dit onderzoek, gehele voorraad			55,3

Figuur 40 Historische ontwikkeling elektriciteitsintensiteit kantoren (2003 - 2015). De gelabelde voorraad betreft enkel de kantoren met een HR-ketel (zie verder paragraaf 4.4.1). De figuur moet als illustratief worden beschouwd.

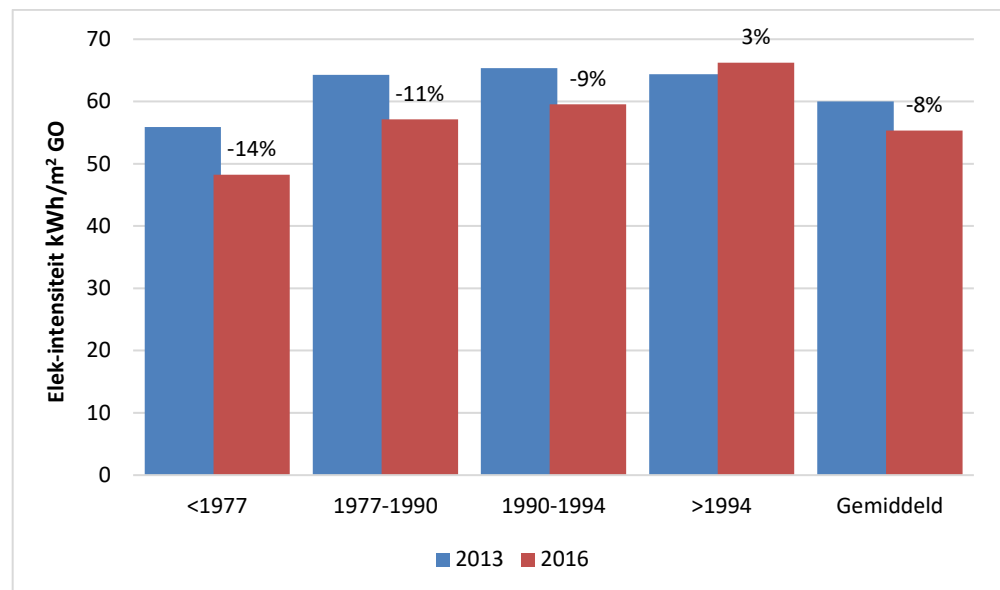


De tabel is verder aangevuld met bewerkte (zie voetnoot 14) historische waarden uit (SenterNovem, 2007) en (Hoevenagel, 2012) welke zijn uitgezet in Figuur 40. Deze figuur illustreert de historische ontwikkeling van de elektriciteitsintensiteit voor kantoren. Er is door de jaren heen een duidelijke daling van de elektriciteitsintensiteit waarneembaar; alhoewel het middenstuk (data Ubouwpanels) weinig variatie toont. Het is interessant om ook te kijken naar een afname van de elektriciteitsintensiteit per bouwjaarklasse, waarmee de invloed van nieuwbouw wordt voorkomen en het effect van renovaties zichtbaar wordt.

4.2.2 *Afname elektriciteitsintensiteit naar bouwjaarklassen 2016 versus 2013*

In Figuur 41 zijn de resultaten van (Sipma et al., 2017) gecombineerd met het huidige onderzoek. De figuur geeft de elektriciteitsintensiteiten per bouwjaarklasse zoals gemeten in 2013 en 2016. Er is duidelijk een daling te zien die procentueel boven de staven wordt weergegeven. Gemiddeld gezien was de daling eerder gevonden 8%. De besparing is voor de oudste bouwjaarklasse met 14% het grootst, en neemt af met recentere bouwjaarklasse. De bouwjaarklasse na 1994 is vermengd met nieuwbouw, en laat juist een toename van het elektriciteitsverbruik zien. Dit wordt later in dit hoofdstuk hypothetisch verklaard met een toename van functies als koeling, mechanische ventilatie en een intensiever gebruik van digitale-elektronische toepassingen. Ook is de bezettingsgraad wat hoger in de recentere bouwjaarklassen, (Figuur 13) wat het persoonsgebonden elektriciteitsverbruik verder doet toenemen. Voorgaande verklaart waarom op de gehele populatie de elektriciteitsintensiteit minder is afgenomen in vergelijking tot de gasintensiteit. Dit inzicht zal in Hoofdstuk 6 worden meegenomen bij het ontwikkelen van de benchmarkmethodiek.

Figuur 41 Procentuele daling elektriciteitsintensiteit kantoren per bouwjaarklasse tussen 2013 en 2016 (N=13.047); zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.



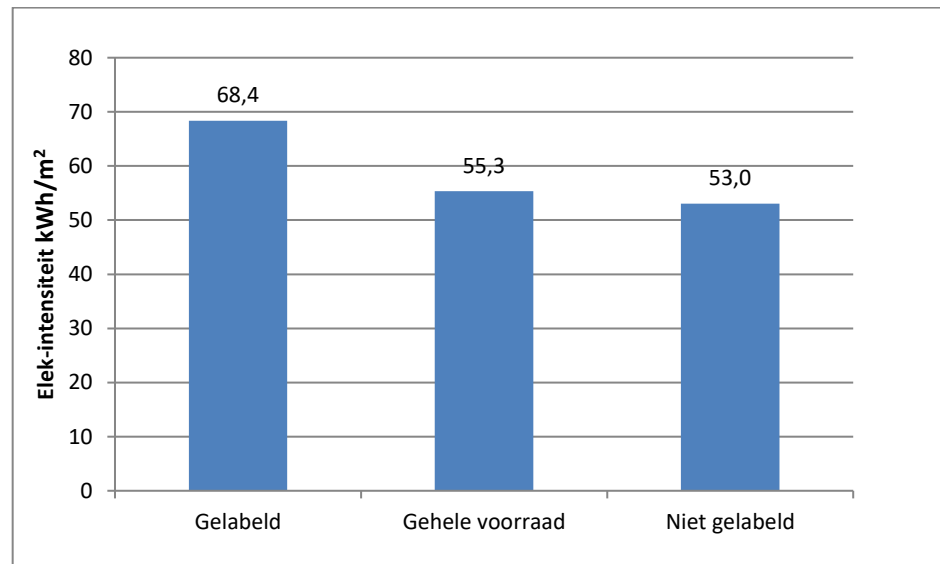
4.3 Gelabelde versus niet-gelabelde voorraad verbruiksjaar 2016

In deze paragraaf worden de intensiteiten opgedeeld naar de gelabelde versus niet-gelabelde SPSS kantorenvorraad, zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.

4.3.1 *Gelabeld gemeten versus niet-gelabeld gemeten*

De gemeten elektriciteitsintensiteit van de gelabelde voorraad ligt 22% hoger dan de niet-gelabelde voorraad, zoals weergegeven in Figuur 42. Noot dat het equivalente gasverbruik juist 16% *lager* ligt. We hadden in paragraaf 2.4 al geconstateerd dat een groter aandeel recentere gebouwen gelabeld is en we weten vanuit voorgaande studies en paragrafen die nog komen dat de elektriciteitsintensiteit juist toeneemt met een verbeterde kwaliteit.

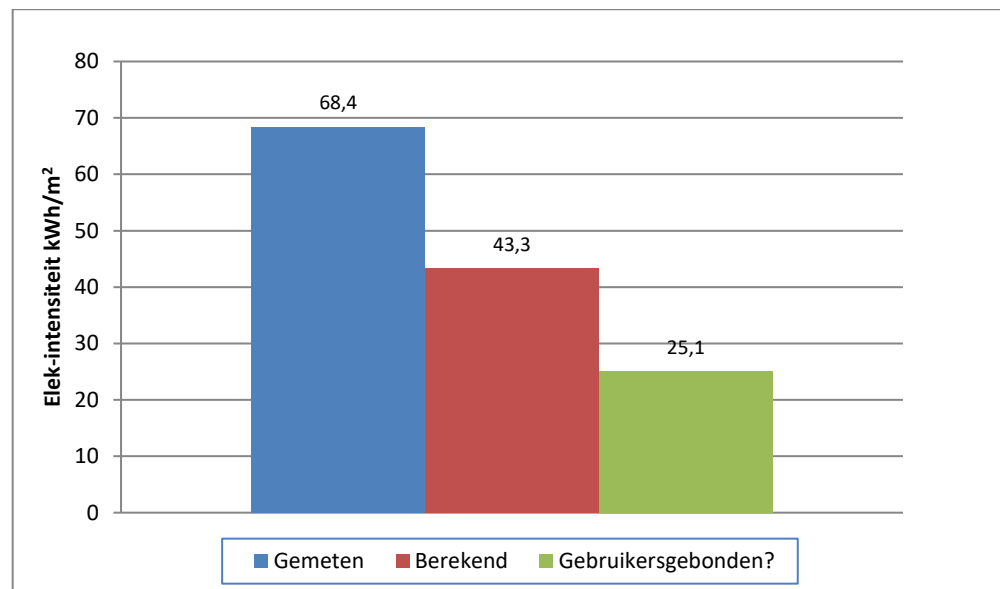
Figuur 42 Gemeten elektriciteitsintensiteit voor de gehele (N=13.047), gelabelde (N=1.948) en niet-gelabelde (N=11.099) SPSS kantoreenvoorraad, zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming.



4.3.2 *Gelabeld gemeten versus gelabeld berekend*

Wanneer we de gemeten elektriciteitsintensiteit vergelijken met de berekende elektriciteitsintensiteit volgens de energielabel methodiek, blijkt de berekende elektriciteitsintensiteit een stuk lager te liggen, zoals weergegeven in Figuur 43. Dit is geheel logisch, aangezien het energielabel alleen een deel van het zogenaamde gebouwgebonden elektriciteitsverbruik berekend. In de gemeten waarde daarentegen, zit nog een resterend deel gebouwgebonden-, maar vooral *niet*-gebouwgebonden verbruik. Dit laatste kan, afhankelijk van definities, ook omschreven worden als het gebruikersgebonden verbruik, zoals weergegeven in Figuur 44. Zie ook de toelichting in hoofdstuk 1 van (Sipma et al., 2017).

Figuur 43 Elektriciteitsintensiteit voor de gelabelde voorraad, berekend (N=1.490) met de energielabelmethodiek en gemeten (N=1.948), zonder onderscheid naar verwarmingssysteem maar exclusief stadsverwarming. Het verschil tussen de zou een indicatie voor het gebruikersgebonden verbruik kunnen zijn.



Figuur 44: Opsomming van veelvoorkomende energiefuncties in een gebouw, met een onderscheid naar gebouw- en gebruikersgebonden verbruik. Hierin is tevens te zien dat het energielabel slechts een beperkt deel van (het gebouwgebonden) verbruik omvat (AgentschapNL, 2011)

Gebouwgebonden energiegebruik		Gebouwersenergie
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.		

In dezelfde rapportage wordt geopperd dat rekenmethodieken als de EPC, EPA en EPG het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik best wel eens relatief nauwkeurig zouden kunnen inschatten, mits er geen sprake is van (gedeeltelijke) leegstand. Als dit zo is, dan zou het verschil tussen gemeten- en berekend verbruik een indicatie zijn voor het gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik. Deze hypothese vond weerklank in (Sipma & Niessink, 2018) waar bij basisscholen juist *weinig* verschil tussen de twee waarden werd gevonden, waarbij het voor te stellen is dat

basisschoolleerlingen relatief weinig toevoegen aan gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik.

Wanneer deze hypothese correct is, dan vinden we nu een gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit van 25,1 kWh/m². Dit is 37% van het totaal verbruik. De enige bron die wat zegt over de opdeling van het elektriciteitsverbruik naar functies is het gedateerde onderzoek van (Meijer & Verweij, 2009). Volgens die publicatie zou toentertijd 47% van het elektriciteitsverbruik niet-gebouwgebonden zijn, met als dominante functie 'ICT-decentraal' (persoonlijke computers, printers, kopieerapparaten, etc.). Op het moment loopt er een onderzoek (RVO/TNO) om dit inzicht te actualiseren.

Aanbeveling: Hoe energiezuiniger kantoren worden, hoe belangrijker het gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik zal worden, ook voor benchmarkdoeleinden. Het gemeten totaal elektriciteitsverbruik dat we in deze studie vinden is via deze 'big data' route niet op te delen in een gebouwgebonden- en gebruikersgebonden deel. Het is echter voor te stellen dat een *berekende gebouwgebonden* elektriciteitsintensiteit voor functies als koeling, ventilatie en verlichting, weldegelijk tot een bepaalde mate betrouwbaar kan zijn. Hiermee zou ook het gebruikersgebonden deel bekend zijn. In dit onderzoek is hiervoor voorzichtig naar EPA berekeningen gekeken. Wij hebben onze vraagtekens bij het lage gebouwgebonden verbruik dat EPA berekend. Er kan echter ook gebruik gemaakt worden van een andere methodiek (zoals de NTA8800). Een andere mogelijkheid is een rekenmodel voor dit specifieke doel te ontwikkelen. Hier is meer onderzoek voor nodig

Een aantal figuren in komende paragrafen tonen ook dit hypothetische gebruikersgebonden elektriciteitsgebruik. Gezien bovenstaande aanbeveling dient de lezer zich ervan bewust te zijn dat (1) dit een hypothese is die nog beter onderzocht dient te worden, (2) we zelf vraagtekens zetten bij de uitwerking van deze hypothese door gebruik te maken van EPA berekeningen, (3) via EPA hier nog een deel gebouwgebonden verbruik onder valt en (4) nog niet gecorrigeerd is voor de bezettingsgraad. De figuren geven echter wel inzicht in *trendmatigheden* van het gebruikersgebonden verbruik in relatie tot (combinaties) van label- en grootteklassen en bezettingsgraden

4.4 Gelabelde voorraad gebruiksjaar 2016 versus 2015

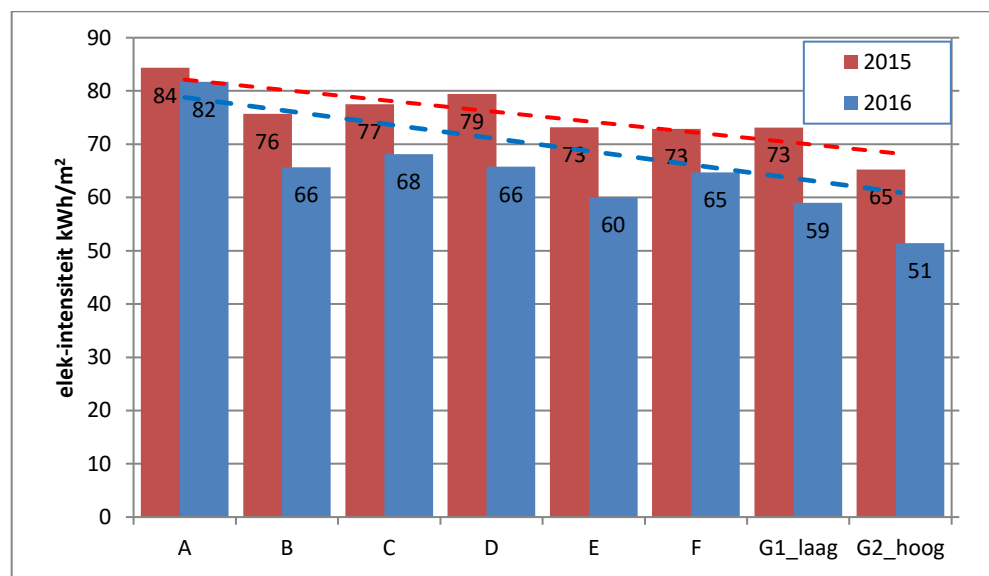
Deze paragraaf duikt dieper in de gelabelde voorraad en vergelijkt de huidige berekende en gemeten intensiteiten naar labelklassen met de vorige studie over 2015. De verwachting is dat deze per labelklasse een constante is; een labelklasse is immers juist de indicatie van de energetische kwaliteit. Er is nu geselecteerd naar de voorraad met een gasketel.

- 4.4.1 *Gemeten elektriciteitsintensiteit totaal gelabelde voorraad 2016 versus 2015*
De gelabelde SPSS kantorenvorraad met een beschikbare en valide gemeten elektriciteitsverbruik is met 70% gegroeid ten opzichte van de vorige analyse. Het aandeel A, B en C gelabelde kantoren is 5-procentpunt toegenomen, het aandeel D is vrijwel gelijk gebleven en het aandeel E, F en G labels is 5-procentpunt afgenomen. Hiermee is te verwachten dat de ongewogen elektriciteitsintensiteit van de *gehele* gelabelde SPSS voorraad is toegenomen. Onbekend is echter de

verhouding naar gebouwgrrootte 2016 versus 2015. Over verbruiksjaar 2015 was de elektriciteitsintensiteit 76,2 kWh/m²; nu is deze 66,0 kWh/m². Deze waarden zijn toegevoegd aan Figuur 40. Dit is met 13% een opvallende verlaging, aangezien de gasintensiteit nauwelijks is veranderd. Dit is, behalve voor onderstaand onderscheid naar labelklassen, niet verder geanalyseerd. Het vormt echter in hoofdstuk 6 een belangrijk discussiepunt bij de ontwikkeling van de benchmarkmethodiek, in de vorm van de daar geïntroduceerde correctiefactor [J].

4.4.2 *Gemeten elektriciteitsintensiteit per labelklasse 2016 versus 2015*

Figuur 45 Gemeten totale elektriciteitsintensiteit naar labelklassen 2015 en 2016 (N=1.802), enkel gasketels.

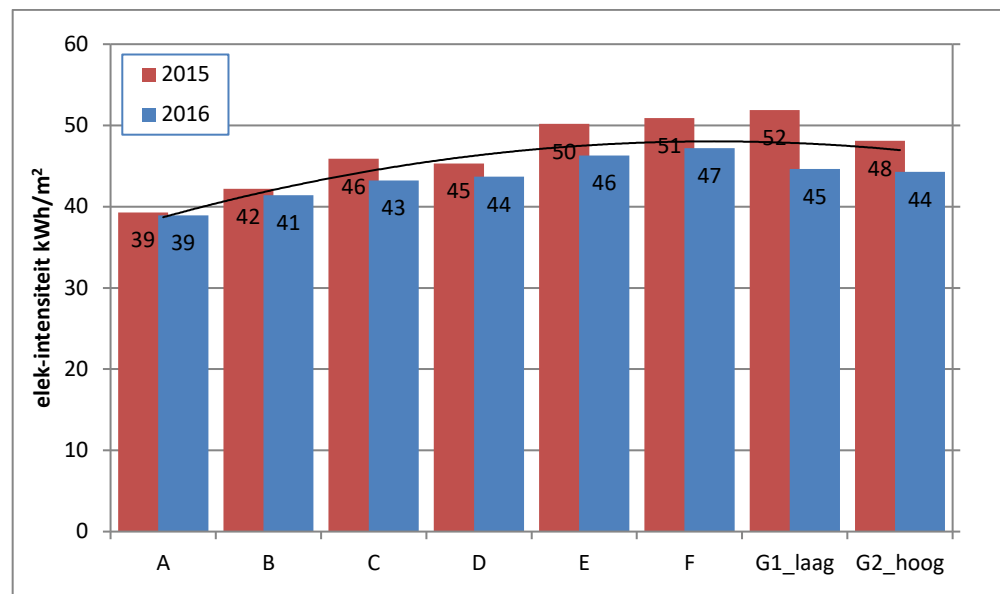


We verwachten dat de gemeten waarde *naar labelklassen* ongeveer gelijk is aan de eerder in (Sipma et al., 2017) gevonden waarde over verbruiksjaar 2015. Hier spelen echter meerdere factoren een rol dan enkel gebouwgrrootte, die niet allen te inventariseren zijn. Denk aan (een verandering van) de bezettingsgraad, gedragsaspecten en het inregelen van de klimaatinstallatie. Uit Figuur 45 volgt dat de gemeten elektriciteitsintensiteit over verbruiksjaar 2016 per labelklasse gemiddeld 14% lager ligt. Dit inzicht zal in Hoofdstuk 6 terugkomen bij het ontwikkelen van de benchmarkmethodiek.

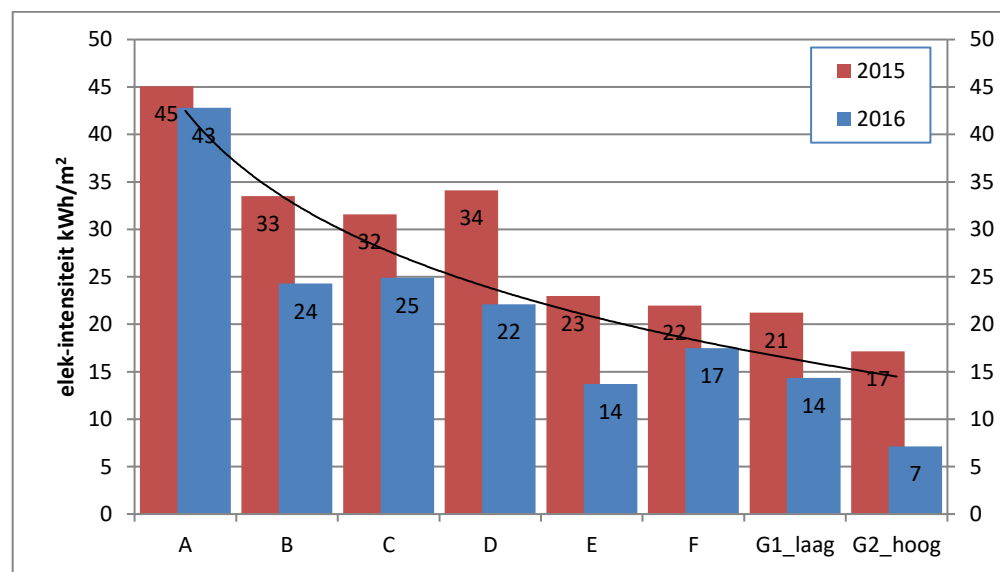
4.4.3 *Berekende elektriciteitsintensiteit per labelklasse 2016 versus 2015*

We verwachten ook dat de berekende waarde naar labelklassen ongeveer gelijk is aan de eerder in gevonden waarde over verbruiksjaar 2015. Dit wordt getest in Figuur 46. De berekende waarde over verbruiksjaar 2016 blijkt gemiddeld gezien 6% lager te liggen. Dit is het rekenkundig gemiddelde over deze 7 klassen. Het grootste verschil wordt gevonden voor de slechtste G-labels; net als bij het gemeten gasverbruik. Bij het gasverbruik konden we een *toename* verklaren vanuit het feit dat het aandeel kleinere kantoren sterk is toegenomen. Uit de volgende paragraaf zal blijken dat de berekende elektriciteitsintensiteit juist *afneemt* met een kleinere gebouwgrrootte; dit effect is echter klein. Of hiermee het geconstateerde verschil 2016 versus 2015 volledig is verklaard, is bij de auteur niet bekend.

Figuur 46 EPA-U Berekende, gebouwgebonden elektriciteitsintensiteit naar labelklassen 2015 en 2016 (N=1.344), enkel gasketels.



Figuur 47 Hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit naar labelklassen 2015 en 2016, enkel gasketels



Figuur 47 geeft tot slot het hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit naar labelklassen, door de waarde van Figuur 46 af te trekken van Figuur 45. De trendlijn is getrokken door de gemiddelde waarden voor beide jaren 2015 en 2016. Echter, vanwege de (gedeeltelijke) leegstand bij de G-labels (zie Figuur 16), waar de EPA geen rekening mee houdt, gaat deze inschatting hier de mist in. Het gebouwgebonden berekend verbruik van de vorige Figuur 46 zal door leegstand bij label G wat lager moeten liggen, waardoor het gebruikersgebonden in Figuur 47 juist wat hoger komt te liggen. De auteur heeft het gevoel dat dit met de

bezettingsgraad gecorrigeerd zou kunnen worden, maar heeft dit nog niet gevalideerd.

4.5 Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen

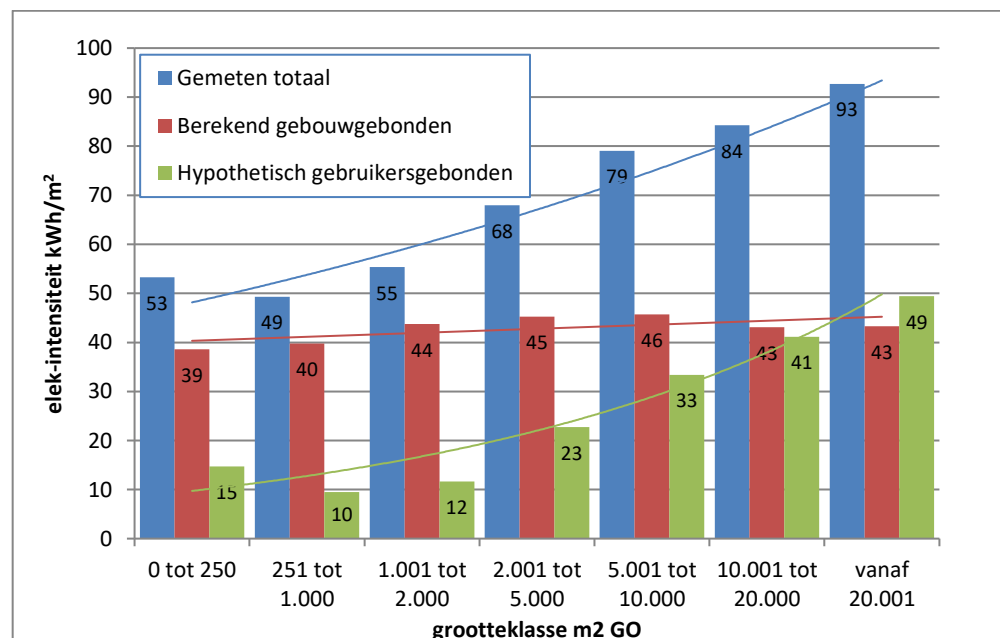
In deze paragraaf worden de factoren die invloed uitoefenen op de hoogte van intensiteiten verder onderzocht. Gekeken wordt naar het effect van (combinaties) van grootte-, bouwjaar- en labelklassen, aangevuld met bezettingsgraden en diverse niveaus van leegstand. Het meest gedetailleerd is de analyse van intensiteiten opgedeeld naar drie niveaus; ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen binnen labelklassen. Het primaire doel is de invloed van deze factoren op de intensiteiten te begrijpen.

4.5.1 Opgedeeld naar grootteklassen

Figuur 48 toont zowel de gemeten totaal-, berekend gebouwgebonden- en hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteiten van de gelabelde voorraad naar grootteklassen voor enkel de SPSS kantorenvoorraad met gasketels.

- Het gemeten totaal verbruik neemt relatief snel toe met gebouw grootte.
- Het berekend gebouwgebonden verbruik neemt trendmatig slechts licht toe met gebouw grootte.
- Hierdoor neemt het hypothetisch gebruikersgebonden verbruik ook snel toe met gebouw grootte.

Figuur 48 Gemeten totaal- (N=1.802), berekend gebouwgebonden- (N=1.344) en hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit van de gelabelde voorraad naar grootteklassen in m² GO, enkel de SPSS voorraad met gasketels

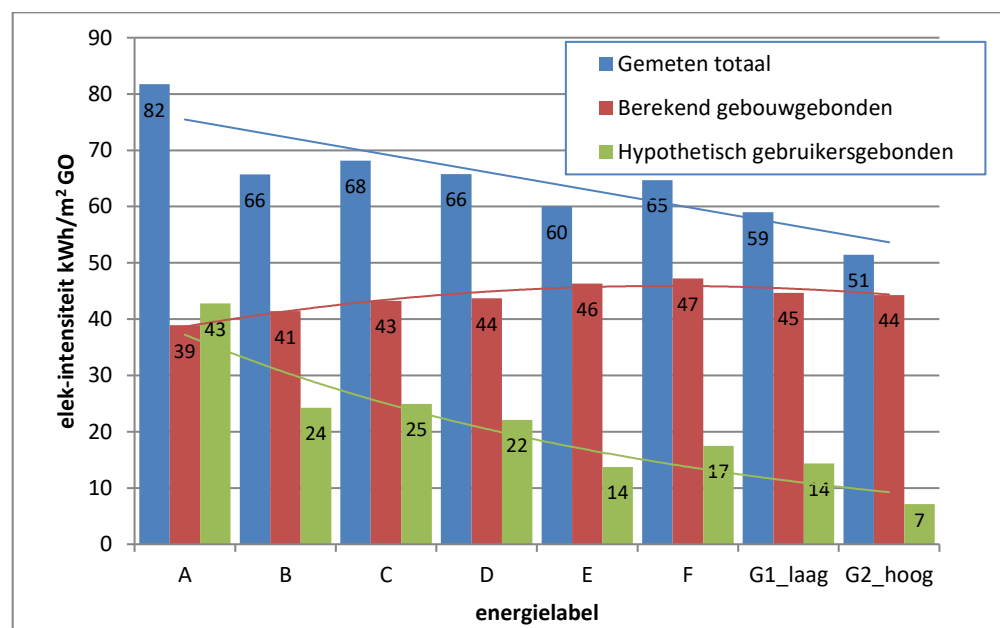


4.5.2 Opgedeeld naar labelklassen

In Figuur 49 is de gelabelde voorraad opgedeeld naar labelklassen. In deze figuur zijn de 2016-waarden uit Figuur 46, Figuur 45 en Figuur 47 samengevoegd. Het beeld komt overeen met wat we eerder in (Sipma et al., 2017) vonden:

- Het gemeten totaalverbruik neemt relatief snel toe van G naar A.
- Het berekend gebouwgebonden verbruik neemt vanaf een diepe G richting de betere labels eerst licht toe (hypothese: introductie koeling en mechanische ventilatie), waarna deze daalt (hypothese: energiezuinige verlichting). Vanwege het negeren van leegstand start deze echter te hoog G (zie paragraaf 4.4.2).
- Het netto resultaat voor het hypothetisch gebruikersgebonden verbruik is dan tevens een snelle toename van G naar A (hypothese: hogere bezetting, meer ICT toepassingen). Een deel van het berekend gebouwgebonden verbruik bij de G-labels dient echter overgeheveld te worden naar het gebruikersgebonden verbruik.

Figuur 49 Gemeten totaal- (N=1.802), berekend gebouwgebonden- (N=1.344) en hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit van de gelabelde voorraad naar labelklassen, enkel de SPSS voorraad met gasketels.



4.5.3 Opgedeeld naar grootteklassen binnen labelklassen

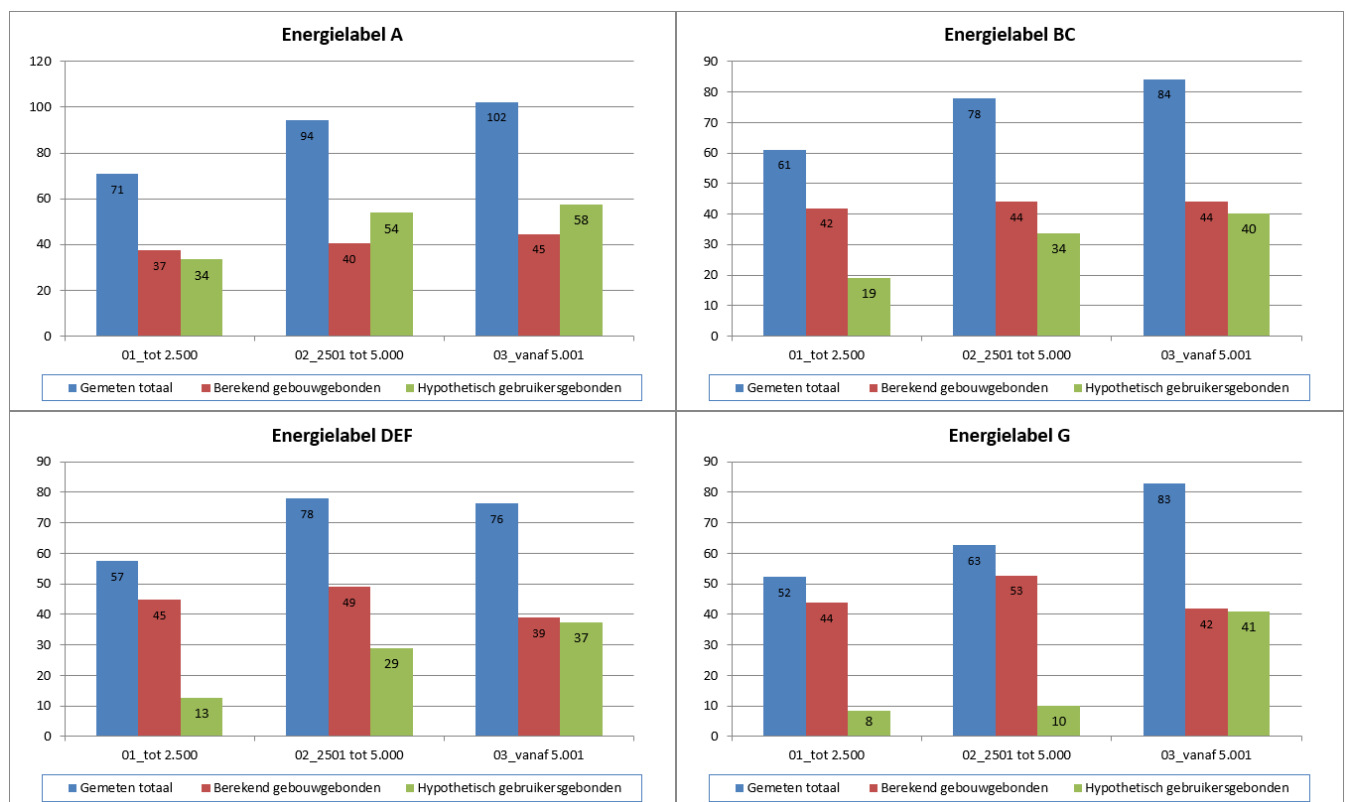
In Figuur 50 worden gebouw grootte en labels gecombineerd in de analyse. De figuur toont vanaf linksboven het totaal-, gebouwgebonden en gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik, voor 4 onderscheiden labelklassen; A, BC, DEF en G. Binnen iedere labelklasse worden 3 grootteklassen onderscheiden. Er worden dezelfde trendmatigheden gevonden als in voorgaande twee figuren.

Observaties:

- Het gemeten totaalverbruik neemt trendmatig toe met gebouw grootte, binnen eenzelfde labelklasse. Over het algemeen neemt deze ook toe met een beter label (vanuit deze figuur minder goed te overzien).

- Binnen eenzelfde labelklasse is het effect van gebouwgrootte marginaal op het door EPA berekend gebouwgebonden elektriciteitsverbruik. Binnen de eerste twee onderscheiden grootteklassen neemt de intensiteit licht af richting de betere labels; dit komt overeen met wat we vonden in Figuur 49²⁴.
- Het hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik neemt net als het totaal verbruik toe met zowel grootteklasse als met een beter label²⁵.

Figuur 50 Gemeten totaal- (N=1.802), berekend gebouwgebonden- (N=1.344) en hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit in kWh/m² GO van de gelabelde voorraad naar grootteklassen binnen labelklassen, enkel de SPSS voorraad met gasketels.



4.5.4 Opgedeeld naar ruimtegebruiksklassen

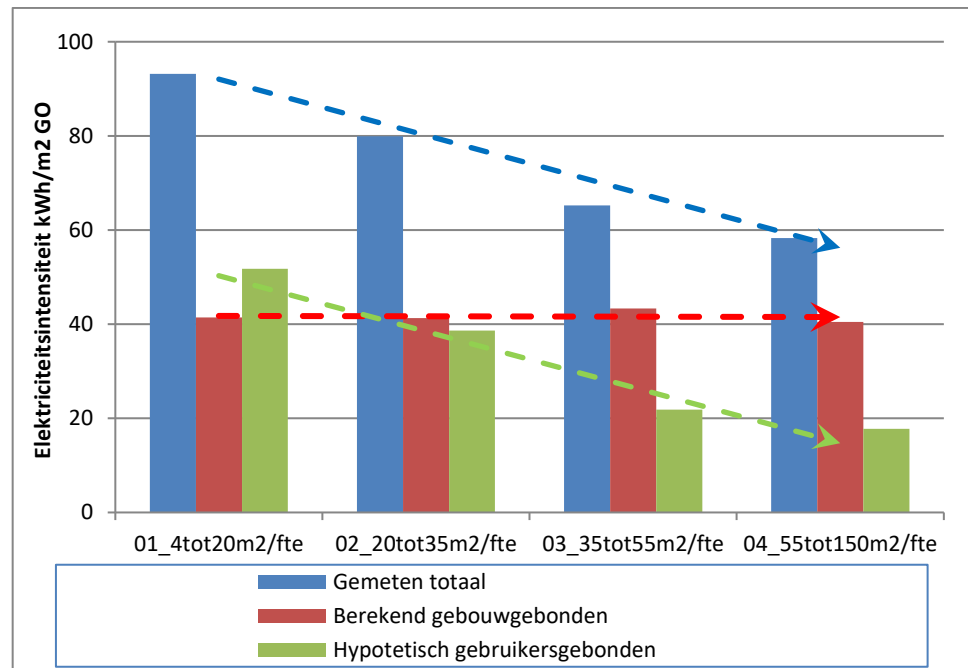
In Figuur 51 wordt de gelabelde voorraad opgedeeld naar vier ruimtegebruiksklassen. De gemeten waarde voor het totaal elektriciteitsverbruik neemt duidelijk af, terwijl de berekend waarde voor het gebouwgebonden verbruik vrijwel gelijk blijft. De EPA berekening houdt geen rekening met een veranderende bezettingsgraad; deze factor is echter toch niet, of nauwelijks, van invloed op het gebouwgebonden elektriciteitsverbruik. Een lagere bezettingsgraad is weliswaar gekoppeld aan een afnemende grootte en/of een relatief slecht label (paragraaf 2.5); in voorgaande

²⁴ Deze trendmatigheid is echter omgedraaid voor de derde onderscheiden grootteklasse (vanaf 5.000 m² GO). Hier is de populatiegrootte echter relatief klein (slechts 8% van de als eerste- en 35% van de als tweede onderscheiden grootteklasse). Met deze reden wordt deze afwijkende observatie niet verder uitgewerkt. Wanneer in de toekomst de populatiegrootte toeneemt, kan hier opnieuw naar gekeken worden.

²⁵ De situatie bij label-G verwacht deze observatie enigszins, wat veroorzaakt kan worden door de leegstand die zich hier bevindt (maar niet is verwerkt), en de minimale populatiegrootte voor de laatste staaf rechtsonder (label G; vanaf 5.000 m² GO).

figuren hebben we echter gezien dat deze factoren de berekende gebouw-gebonden elektriciteitsintensiteit relatief weinig beïnvloeden. Hiermee neemt het hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik in dezelfde mate met een lagere bezettingsgraad af, als het totaal verbruik (dezelfde hellingshoek).

Figuur 51 Berekende (N=599) en gemeten (N=865) elektriciteitsintensiteit in kWh/m² GO naar ruimtegebruiksklassen; enkel gasketels, gelabeld

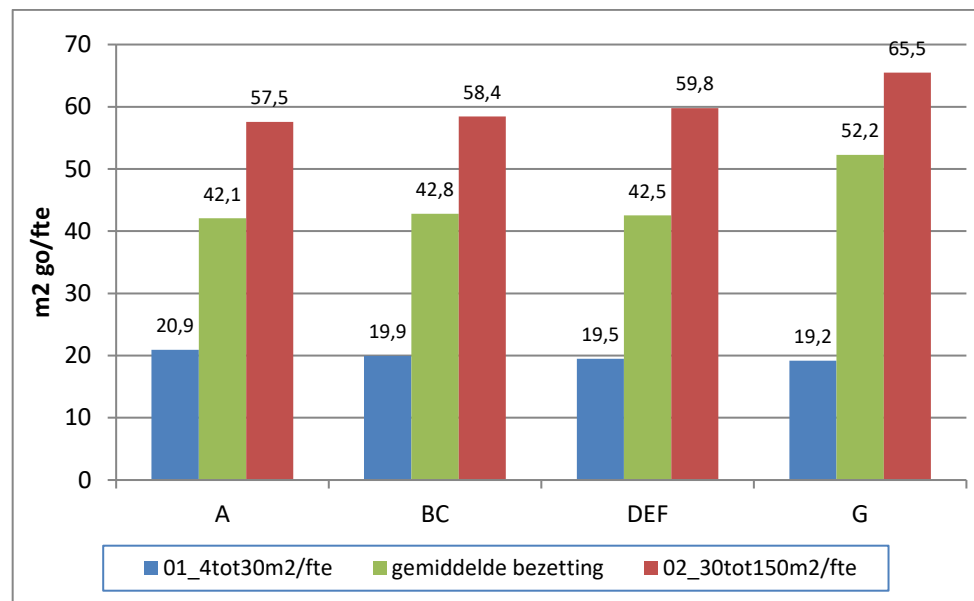


4.5.5 Opgedeeld naar ruimtegebruiksklassen binnen labelklassen

In deze paragraaf wordt een opdeling naar twee ruimtegebruiksklassen binnen vier labelklassen geanalyseerd. Hiermee zoomen we een stapje verder in op het effect van de bezettingsgraad. Eerst kijken we naar de bezettingsgraad zelf, dan naar het gemeten totaalverbruik, vervolgens naar het berekende gebouwgebonden- en tenslotte naar het hypothetisch gebruikersgebonden verbruik.

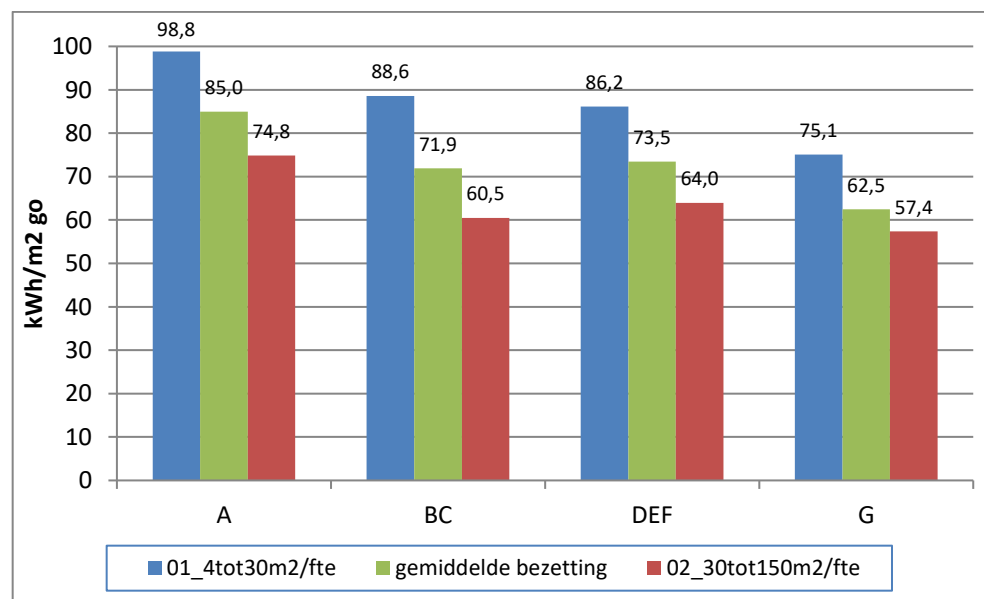
Figuur 52 toont per labelklasse het gemiddeld ruimtegebruik voor de onderscheiden klassen, met in het midden de waarde voor de gehele populatie. Deze lijkt erg op Figuur 29 in het gas-hoofdstuk; de figuur laat zien dat het gemiddeld ruimtegebruik per FTE vrijwel gelijk is voor dezelfde ruimtegebruiksklasse binnen de onderscheiden labelklassen. Enkel de meest rechtse staaf wijkt hiervan wat af; de bezetting is relatief gezien extra laag (meer ruimte per FTE) voor G-gelabelde kantoren waarbij een FTE minimaal 30 m² krijgt (dit komt overeen met Figuur 16).

Figuur 52 Het ruimtegebruik (m^2 GO) per FTE, binnen de gedefinieerde ruimtegebruiksklassen, binnen labelklassen, N=865



In Figuur 53 wordt de gemeten totale elektriciteitsintensiteit naar ruimtegebruiksklassen getoond. Duidelijk is de invloed van een hogere dan wel lagere bezettingsgraad te zien. Tegelijkertijd daalt de intensiteit van label A naar G; alhoewel er weinig onderscheid is voor de middelste twee onderscheiden labelklassen.

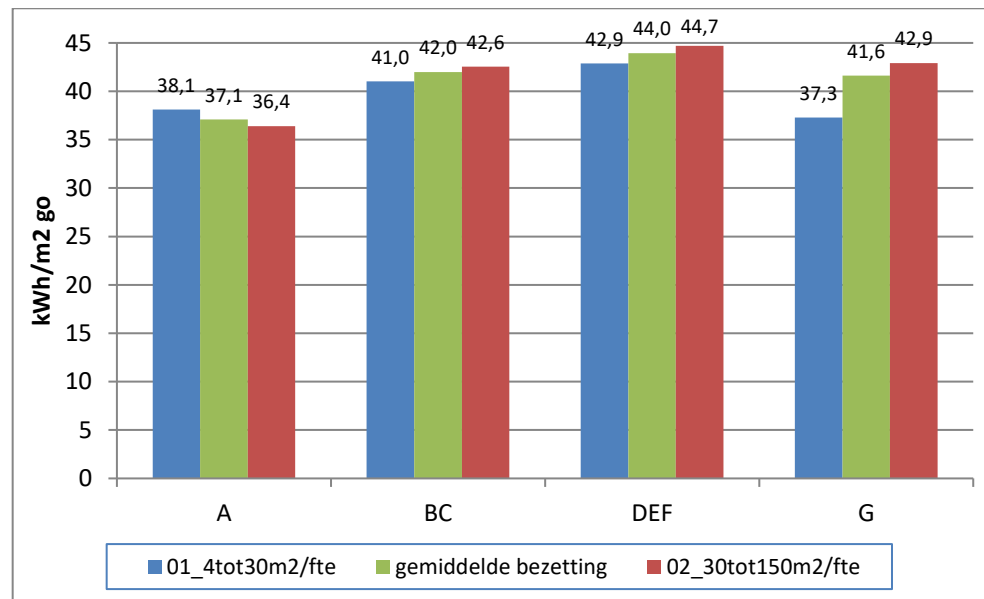
Figuur 53 Gemeten totale elektriciteitsintensiteit in kWh/ m^2 GO naar ruimtegebruiksklassen, binnen labelklassen, enkel gasketels, N=865



Figuur 54 toont hetzelfde voor de berekende gebouwgebonden intensiteit; deze heeft veel minder invloed op de berekende elektriciteitsintensiteit. Een zwak effect

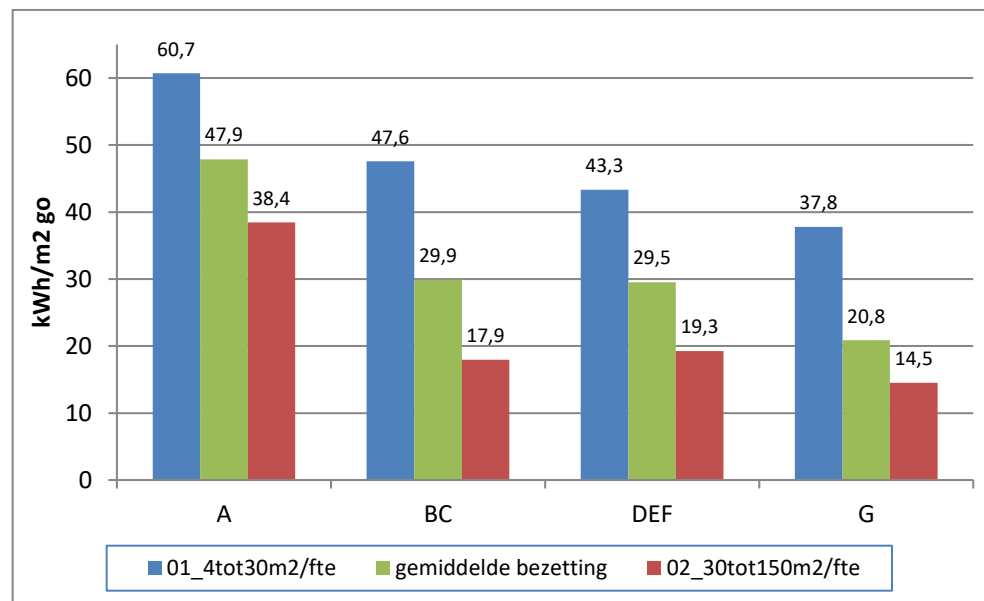
is de toename van label A naar labelklasse DEF (van LED naar conventionele verlichting?); waarna deze weer wat afneemt bij label G (minder vaak koeling & mechanische ventilatie?). Wederom wordt er op gewezen dat het gebouwgebonden verbruik bij label G waarschijnlijk wat lager behoort te liggen vanwege de (gedeeltelijke) leegstand die door EPA niet is verdisconteerd. Deze trendmatigheid zijn we vaker tegengekomen, o.a. bij Figuur 48.

Figuur 54 Berekende gebouwgebonden elektriciteitsintensiteit naar ruimtegebruiksklassen, binnen labelklassen, enkel gasketels, N=599



Door de waarde van Figuur 54 van Figuur 53 af te trekken, verkrijgen we een hypothetische intensiteit voor het gebruikersgebonden deel. Dit wordt in Figuur 55 getoond. De invloed van de bezettingsgraad binnen een labelklasse is duidelijk te zien. Tegelijkertijd daalt de intensiteit van label A naar G; alhoewel er weinig onderscheid is voor de middelste twee onderscheiden labelklassen. Omdat het verbruik van G in de vorige figuur wat lager behoort te liggen, zal deze hier wat hoger uitkomen.

Figuur 55 Hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit naar ruimtegebruiksklassen, binnen labelklassen, enkel gasketels



4.5.6

Opgedeeld naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen binnen labelklassen

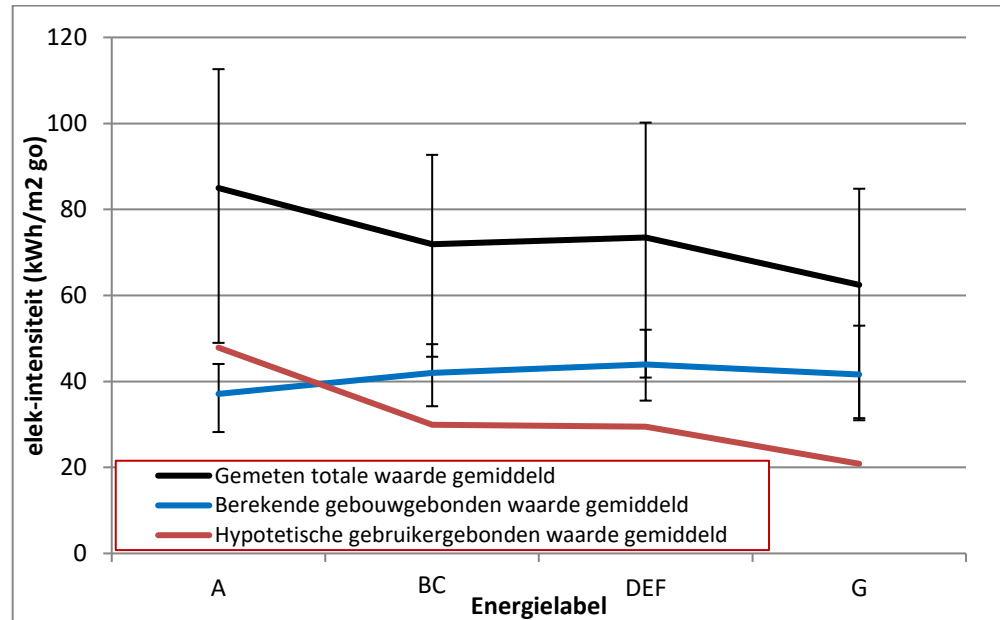
In deze paragraaf combineren we voorgaande drie effecten. De werkelijk waarden zijn nu minder belangrijk; het gaat om het begrijpen van de dynamiek; het vinden van een trendmatigheid. In hoeverre beïnvloedt de combinatie grootte en bezettingsgraad de elektriciteitsintensiteit van een energielabel²⁶? Welk deel van de immer gevonden bandbreedte wordt ermee verklaard? Hoe groot is het (gecombineerde) effect ervan op het hypothetisch gebruikersgebonden verbruik?

We starten met de inmiddels welbekende basissituatie. Figuur 56 toont de gemiddelde gemeten, berekende en hypothetische gasintensiteit die in eerdere figuren al voorbij zijn gekomen, o.a. in Figuur 49²⁷. Voor de eerste twee zijn ook het 25%- en 75%-percentiel ingetekend. De berekende gebouwgebonden en hypothetische gebruikersgebonden waarden bij label-G zijn discutabel vanwege het niet meegenomen effect van een lagere bezettingsgraad. Waarschijnlijk zou een deel van het gebouwgebonden- overgeheveld moeten worden naar het gebruikersgebonden verbruik..

²⁶ Deze analyse betreft de gelabelde voorraad. We verwachten echter dat de uitkomsten qua trendmatigheden ook gelden voor de niet-gelabelde voorraad naar bouwjaarklassen.

²⁷ De hoogte van de waarden is echter anders, dit is een andere (en kleinere) populatie, en labelklassen zijn gecombineerd.

Figuur 56 Gemeten- (N=865), en berekende (N=599) elektriciteitsintensiteit naar labelklassen, enkel gasketels

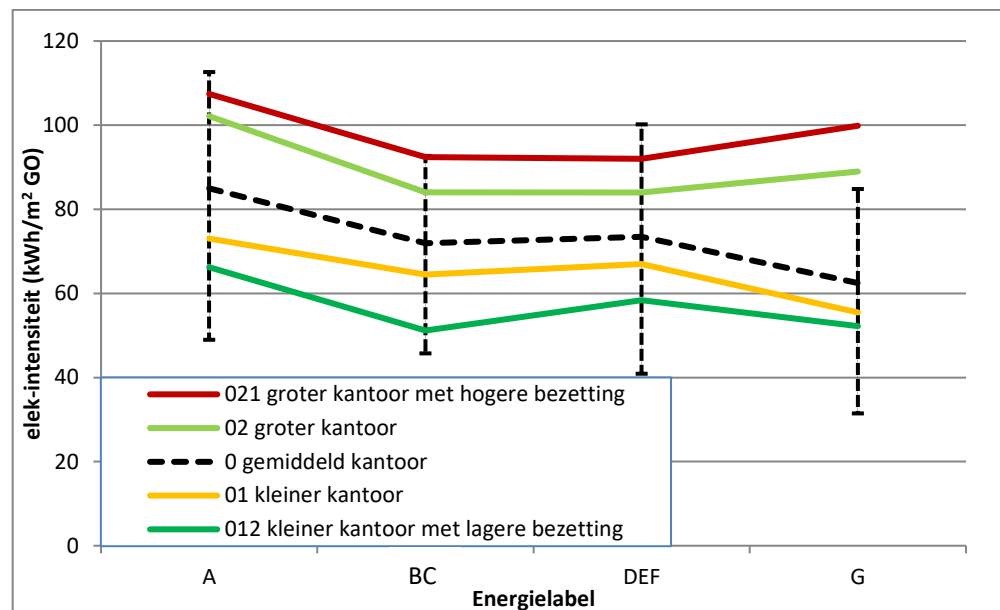


In Figuur 57 wordt de gemeten totale waarde naar drie niveaus gegeven. Alleen de uiterste grenzen worden gegeven. De onderbroken middellijn is de gemiddelde waarde per labelklasse, overeenkomende met Figuur 56. De gele lijn eronder is de waarde voor een kleiner kantoor, hier de populatie tot 2500 m² GO. De lichtgroene lijn erboven is de waarde voor een groter kantoor; hier de populatie vanaf 2500 m² GO. Noot dat dit juist een tegengesteld effect is ten opzichte van de equivalente Figuur 33 bij het gasverbruik. Op dit niveau is nog geen rekening gehouden met het ruimtegebruik per FTE. Bij de bovenste lijn gebeurt dit wel; uit de grotere kantoren is de subpopulatie gedestilleerd met een hogere bezettingsgraad dan gemiddeld; hier met een ruimtegebruik van 4 tot 30 m² GO per FTE. De onderste lijn representeert de kleinere kantoren waar een lagere bezetting is dan gemiddeld, hier 30 tot 50 m² GO per FTE²⁸.

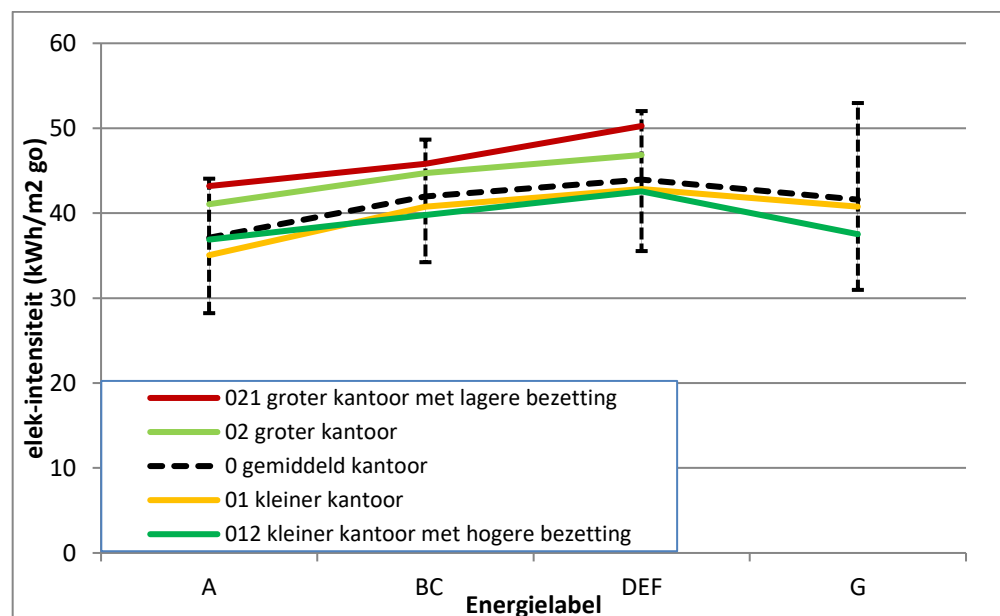
Een belangrijke constatering is dat, net als bij het gasverbruik, deze buitenste grenzen een flink deel van de oorspronkelijke spreiding 'verklaren'. Noot dat deze uitspraak slechts berust op hetgeen we hier observeren, en niet statistisch is getoetst op significantie.

²⁸ In Figuur 6 in de samenvatting zijn het gemeten gas- en elektriciteitsverbruik samengevoegd. Omdat het effect van kantoor grootte op de twee intensiteiten tegengesteld is, heffen deze elkaar grotendeels op. De bezettingsgraad op de intensiteit blijft onverminderd groot.

Figuur 57 Gemeten totale elektriciteitsintensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, enkel gasketels, N=865



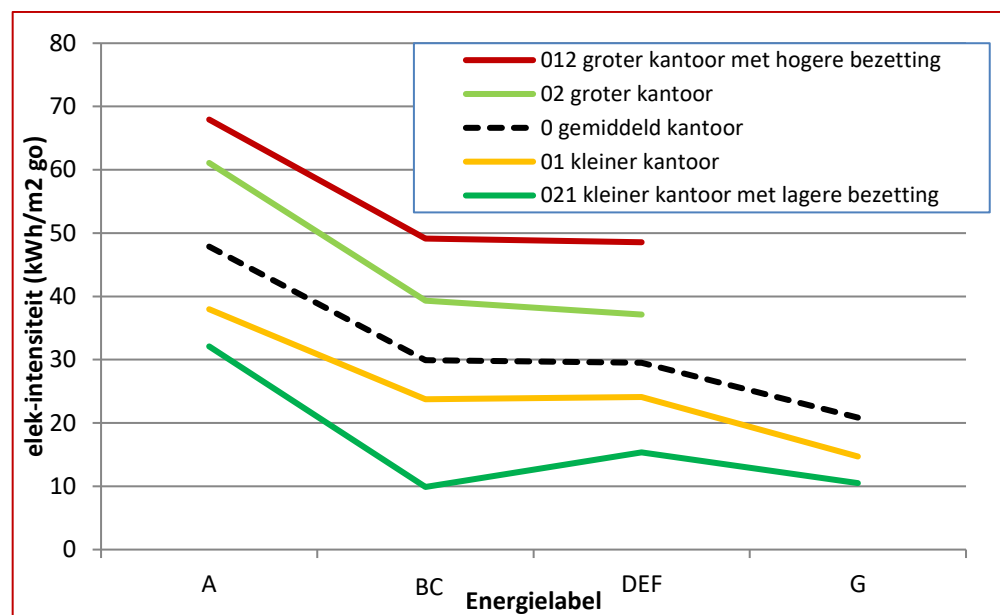
Figuur 58 Berekende gebouwgebonden elektriciteitsintensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, enkel gasketels, N=599



In Figuur 58 is hetzelfde weergegeven voor de door EPA berekende gebouwgebonden waarde. Omdat de bezettingsgraad geen invloed uitoefent op de EPA berekening, liggen de twee lijnen boven de onderbroken middellijn dicht bij elkaar. Hetzelfde geldt voor de twee onderste lijnen. Omdat er binnen deze populatie nu meer kleinere gebouwen zijn dan grotere, ligt het gemiddelde voor de gehele populatie hier dicht in de buurt. Een aantal waarden missen vanwege de te kleine populatie.

In Figuur 59 wordt met het verschil tussen de vorige twee figuren een indicatie gegeven voor het gebruikersgebonden verbruik. Dit verbruik ligt hoger met een beter label, groter kantoor, en hogere bezetting. Het effect van een hogere dan wel lagere bezetting is hier relaties gezien het grootst. Dit zal ook blijken in Hoofdstuk 6 waar de invloed van de bezettingsgraad op intensiteiten wordt bepaald. Dit maakt een correctiefactor tijdens benchmarken belangrijk.

Figuur 59 Hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsintensiteit naar ruimtegebruiksklassen binnen grootteklassen per labelklasse, enkel gasketels



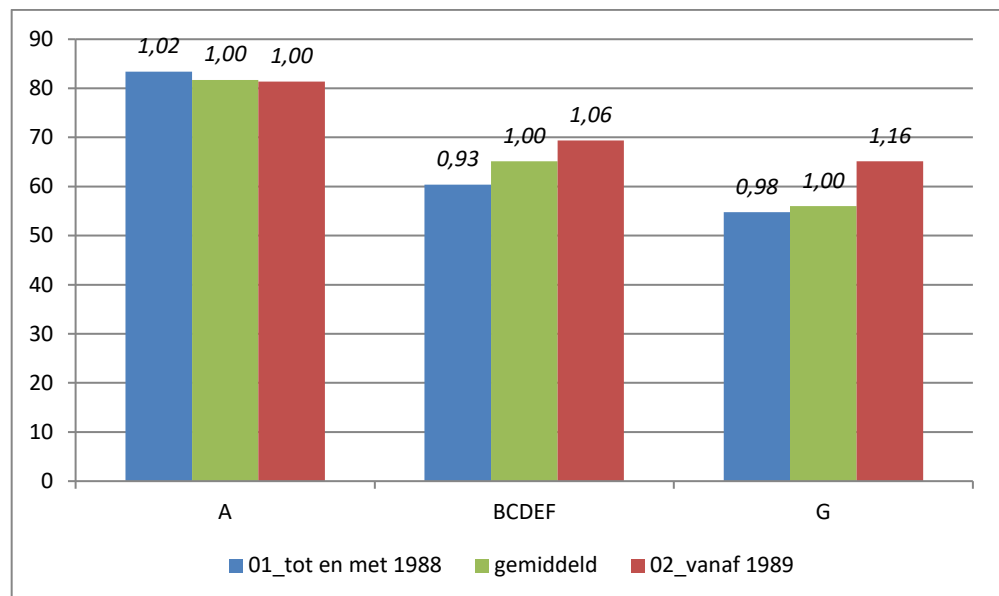
Het heeft geen zin de uiterste grenzen van voorgaande figuren bij elkaar te zetten, zoals we in het gas-hoofdstuk hebben gedaan. Enige dat nog toegevoegd kan worden is dat we bij een grotere SPSS kantorenpopulatie waarschijnlijk in staat zijn om de buitenste grenzen van de gemeten- en gebruikersgebonden intensiteiten nog verder uit elkaar te schuiven door in te zoomen op nog smallere klassenindelingen.

4.6 Overige aspecten

4.6.1 De invloed van bouwjaarklassen binnen een labelklasse

Het energielabel overschrijft als indicatie voor de energetische kwaliteit als het ware het originele bouwjaar, waarmee dit bouwjaar niet meer van toepassing is. In paragraaf 3.6.1 bleek dat het originele bouwjaar toch nog van invloed is op het gasverbruik van een kantoor. In Figuur 60 testen we of dit ook zo is voor het elektriciteitsverbruik.

Figuur 60 De invloed van het originele bouwjaar binnen een energielabel op de elektriciteitsintensiteit in kWh/m² GO, enkel gasketels, N=1.802



De voorraad is naar drie labelklassen ingedeeld. Binnen een labelklasse worden twee originele bouwjaarklassen onderscheiden; in het midden van de twee wordt het gemiddelde verbruik weergegeven. Op het A-label lijkt het oorspronkelijke bouwjaar vrijwel geen invloed uit te oefenen. Bij de overige twee onderscheiden labelklassen lijkt het elektriciteitsverbruik van het origineel oudere kantoor rond de 15% lager te liggen in vergelijking tot een kantoor dat direct met het betreffende label is neergezet. Dit is een tegenstrijdig- en wat kleiner effect in vergelijking tot wat we vonden bij de gasintensiteit. Meer onderzoek is nodig om de significantie van dit fenomeen te bepalen, zoals weergegeven met aanbeveling 4 in het vorige hoofdstuk.

4.6.2 *Indicatief label op grond van de elektriciteitsintensiteit*

In deze paragraaf zoeken we naar een indicatief label op grond van de elektriciteitsintensiteit. Hiervoor vergelijken we de gemiddelde elektriciteitsintensiteit van labelklassen met dat van kantoren uit een bepaald bouwjaar. Wanneer deze twee matchen, is het kantoor voorzien van een indicatief label. De analyses zijn niet met dit primaire doel uitgevoerd, maar 'bijproducten' van andere analyses. Dit betekent dat er enige voorzichtigheid geboden is bij het interpreteren van de resultaten.

Eerst wordt de gehele voorraad (gelabeld + niet-gelabeld) per origineel bouwjaar vergeleken met labelklassen, daarna zoomen we in op enkel de niet-gelabelde voorraad. Bij deze tweede analyse wordt rekening gehouden met het verschil in de bezettingsgraad en de gemiddelde grootte van gelabeld versus niet-gelabeld. De resultaten van de twee analyses zijn dan ook niet 1-op-1 met elkaar vergelijkbaar.

Gehele voorraad per origineel bouwjaar versus labelklassen

In Figuur 61 geven de horizontale lijnen de gemiddelde elektriciteitsintensiteit per labelklasse. De stippellijn erdoorheen geeft de trendmatige elektriciteitsintensiteit van de gehele voorraad (dus gelabeld en niet-gelabeld), per bouwjaar. Een kantoor

uit een recenter bouwjaar zal gemiddeld gezien moderner zijn ingericht, en daardoor juist meer elektriciteit verbruiken (koeling, mechanische ventilatie, meer digitalisering). De kruispunten geven een indicatie van de gemiddelde 'modernisering' in 2016 per origineel bouwjaar, uitgedrukt in een 'indicatief label' en samengevat in Tabel 17. De laatste kolom is een herhaling van de kruispunten voor de gasintensiteit, overgenomen uit Tabel 13.

Wat opvalt is dat de elektriciteitsintensiteit van een label, veel later wordt bereikt in vergelijking tot de equivalente gasintensiteit (gemiddeld achtenhalf jaar later). Op basis van de gasintensiteit werd label A al gehaald door de kwaliteit van kantoren gebouwd vanaf 2010. Op basis van de trendmatige elektriciteitsintensiteit, wordt deze echter pas volgend jaar gehaald²⁹.

Tabel 17 Relatie modernisering labelklassen en origineel bouwjaar voor de gehele voorraad

Labelklasse	Op grond van gemiddelde elektriciteitsintensiteit bereikt door origineel bouwjaar	Op grond van gemiddelde gasintensiteiten bereikt door origineel bouwjaar
A	2020	2009
B	2009	2003
C	2003	1998
D	1998	1992
E	1994	1987
F	1991	1980
G1_laag	1989	1975
G2_hoog	<1958	<1910

Er is hier echter nog geen rekening gehouden met de bezettingsgraad, noch met de grootte. Vooral deze laatste factor zou van grote invloed kunnen zijn op de samenhang, net als bij de gasintensiteit.

²⁹ Noot dat we hier wel te maken hebben met flinke schommelingen; in de praktijk lag het gemiddelde van 2011 wel voorbij label A

Aanbeveling: Figuur 81 in Bijlage C toont hetzelfde als Figuur 61, maar dan vanaf bouwjaar 1900. De benchmarkdata voor de niet-gelabelde kantorenpopulatie is ingedeeld naar bouwjaarklassen. De gedachte hierachter is dat binnen eenzelfde bouwjaarklasse, vanwege de toen geldende bouwvoorschriften, kantoren ongeveer dezelfde energetische kwaliteit hebben. Ondanks het grillige patroon, tonen deze figuren een trendmatigheid voor de elektriciteitsintensiteit naar origineel bouwjaar; ook binnen een onderscheiden bouwjaarklasse. Deze zou als additionele parameter de benchmarkmethodiek, die in Hoofdstuk 6 wordt uitgewerkt, kunnen verbeteren. Een aanbeveling is hier onderzoek naar te doen.

Niet-gelabelde voorraad per bouwjaarklasse versus labelklassen, gecorrigeerd voor bezettingsgraad en grootte

In hoofdstuk 6 kan tijdens het benchmarken van een niet-gelabeld kantoor uit een bepaalde bouwjaarklasse, een indicatief label worden gevonden, op grond van intensiteiten. Hierbij wordt gecorrigeerd voor de bezettingsgraad en grootte. Door deze correcties, wordt de elektriciteitsintensiteit van labelklassen eerder bereikt dan we zojuist vonden in Tabel 17. Deze verschuiving is te verklaren met de factoren eerder benoemd in paragraaf 3.6.2. het effect ervan is echter anders op de elektriciteitsintensiteit, zoals samengevat in Tabel 18.

Tabel 18 Samenvatting corrigerende effecten op **Figuur 61**, waardoor een vervroeging zal optreden in **Tabel 17**, waarvan het netto resultaat wordt weergegeven in **Tabel 19**.

	Betreft	Relatief effect op stippellijn niet-gelabelde voorraad	Relatief effect op horizontale lijnen gelabelde voorraad	Effect op elektriciteitsintensiteit
De energetische kwaliteit en modernisering van de niet-gelabelde voorraad is lager dan	elek	lager	hoger	later
De gelabelde voorraad heeft een hogere bezetting	elek	hoger	lager	eerder, sterker effect dan bij gas
De gelabelde voorraad is gemiddeld gezien groter	elek	hoger	lager	eerder, relatief groot effect
Indicatie netto effect, label A wordt bereikt:				16,5 jaar eerder

De vervroeging is nu veel sterker dan bij de gasintensiteit. De reden hiervoor is dat er nu twee dominante vervroegende factoren zijn, in plaats van één (vergelijk Tabel 18 met Tabel 14). Het netto effect van voorgaande wordt weergegeven in Tabel 19. Het valt op dat (door de sterkere vervroeging) voor de drie meest recente bouwjaarklassen de samenhang met labelklassen op grond van de gas- en elektriciteitsintensiteit nu gelijk is. We kunnen hiermee bijvoorbeeld concluderen dat de *niet-gelabelde* kantorenvorraad gebouwd tussen [1997 en 2010] gemiddeld gezien dezelfde (gas- en) elektriciteitsintensiteit heeft als energielabel A. Hiermee wordt label A (veel) eerder bereikt dan het geval was in Tabel 17. De benchmark-Excel die in Hoofdstuk 6 wordt besproken zal dit voor het eigen kantoor visueel weergeven.

Of dit nu gezien moet worden als een vergelijkbare 'moderniseringsgraad' is voor het elektriciteitsverbruik lastig te zeggen. Effecten als persoonsgebonden verbruik, ICT-implementatie, technische besparingsmaatregelen en de introductie van koeling en mechanische ventilatie spelen hier allen een rol.

Tabel 19 Relatie energetische kwaliteit labelklassen en originele bouwjaarklasse voor de niet-gelabelde voorraad, gecorrigeerd voor de bezettingsgraad en grootte.

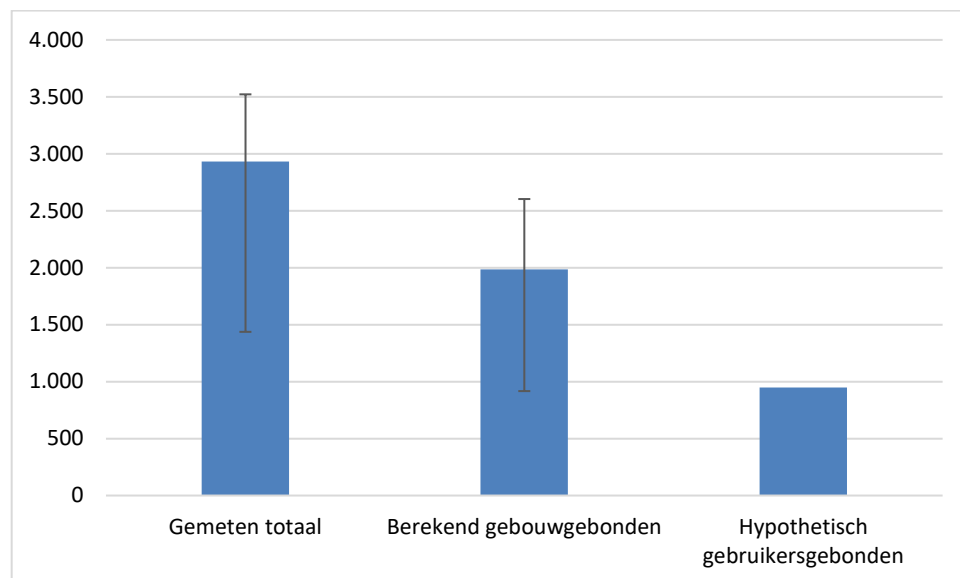
	Label valt binnen ongelabelde bouwjaarklasse, gecorrigeerd voor bezettingsgraad en grootte, op basis van:	
Labelklasse	gemiddelde elektriciteitsintensiteiten:	gemiddelde gasintensiteiten:
beter dan A gemiddeld	7. vanaf 2010	7. vanaf 2010
A	6. van 1997 tot en met 2010	6. van 1997 tot en met 2010
B	5. van 1989 tot en met 1996	5. van 1989 tot en met 1996
C	4. van 1977 tot en met 1988	4. van 1977 tot en met 1988
D	3. van 1967 tot en met 1976	4. van 1977 tot en met 1988
E	2. van 1922 tot en met 1966	3. van 1967 tot en met 1976
F	2. van 1922 tot en met 1966	2. van 1922 tot en met 1966
G	2. van 1922 tot en met 1966	1. tot en met 1921

Noot dat deze samenhang weer terugkomt in paragraaf 7.3.2 waar een werkelijk en indicatief gasbesparingspotentieel wordt bepaald voor de niet-gelabelde voorraad, die naar een bepaald label wordt gerenoveerd. Hierbij worden dezelfde bouwjaarklassen onderscheiden.

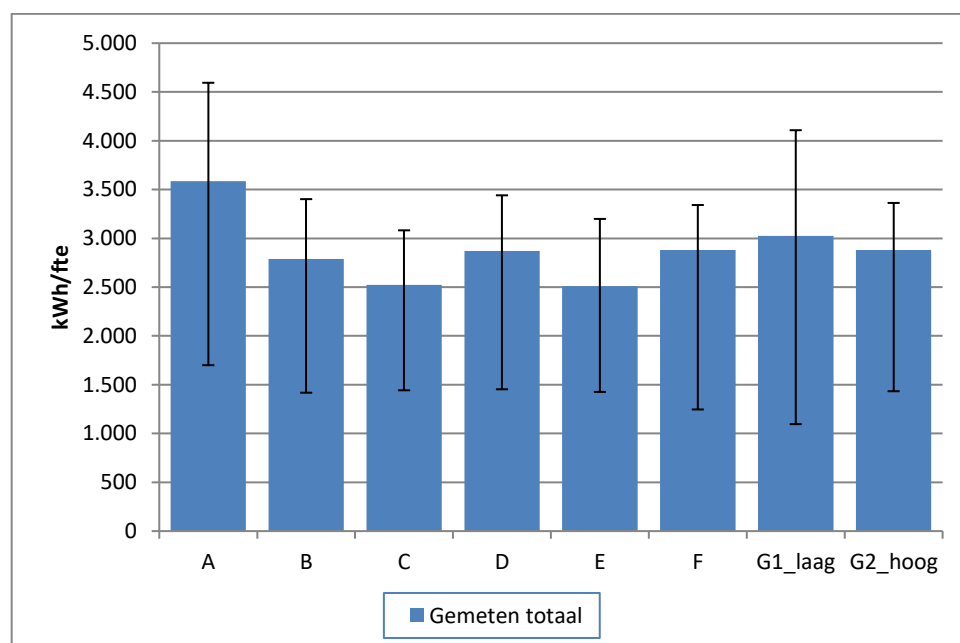
4.6.3 *Elektriciteitsverbruik per FTE naar labelklassen*

Het gemiddeld jaarlijks totaal elektriciteitsverbruik per FTE komt op 2933 kWh. Ter referentie; dit ligt een factor 11,5 maal hoger in vergelijking tot het gemiddeld elektriciteitsverbruik per leerling in het basisonderwijs (Sipma & Niessink, 2018). Noot dat het gasverbruik per FTE gevonden in het vorige hoofdstuk 'slechts' een factor 4,7 hoger ligt. Het berekend gebouwgebonden elektriciteitsverbruik komt uit op gemiddeld 1985 kWh/FTE. Dan resteert een hypothetisch gebruikersgebonden verbruik met 948 kWh/FTE. Figuur 62 geeft deze waarden weer, inclusief het 75%- en 25%-percentiel van de gemeten en berekende waarde.

Figuur 62 Gemeten totaal- (N=865), berekend gebouwgebonden- (N=599) en hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik in kWh per FTE. Gelabelde SPSS kantoreenvoorraad met gasketels.



Figuur 63 Gemeten totaal- (N=865), berekend gebouwgebonden- (N=599) en hypothetisch gebruikersgebonden elektriciteitsverbruik in kWh per FTE en per labelklasse. Gelabelde SPSS kantoreenvoorraad met gasketels.



In Figuur 63 wordt het elektriciteitsverbruik per FTE verder opgedeeld naar labelklassen. Het totaal elektriciteitsverbruik ligt bij label-A met 3500 kWh/FTE beduidend hoger in vergelijking tot de overige label. Bij de overige labels is geen

trendmatigheid te ontdekken; het verbruik schommelt van B naar een diepe G rond de 2750 kWh/FTE.

4.7 Samenvatting

De elektriciteitsintensiteit komt over het verbruiksjaar 2016 uit op 55,3 kWh/m² GO. Dit ligt ongeveer 8% lager ten opzichte van het eerdere Kentallenproject over verbruiksjaar 2013. Dit is een minder grote relatieve besparing ten opzichte van de gasbesparing. De mediaan en vooral de modus liggen, waarschijnlijk vanwege het relatief hogere elektriciteitsverbruik van leegstand (hoofdstuk 5), procentueel gezien een stuk lager dan bij de gasintensiteit. Dit is een belangrijk gegeven bij het ontwikkelen van benchmarkdata (hoofdstuk 6).

Vanaf het jaar 2002 toont de elektriciteitsintensiteit een gestage daling; alhoewel het middenstuk visueel gezien een minder duidelijke trend vertoont. Hier zit echter het effect van nieuwbouw doorheen. Wanneer we de elektriciteitsintensiteit per bouwjaarklasse vergelijken (over verbruiksjaaren 2016 en 2013), blijkt dat de daling van kantoren gebouwd vóór 1990 met 14% het grootst te zijn. Deze daling komt ongeveer overheen met die van de gasintensiteit. Waar kantoren die gebouwd zijn na 1994 (waar nieuwbouw dus bij in zit), ook een daling in het gasverbruik laten zien, neemt het elektriciteitsverbruik juist wat toe (+3%).

Het door EPA berekend elektriciteitsverbruik betreft (een deel van) het gebouwgebonden verbruik. Wanneer we dit aftrekken van het totaal gemeten elektriciteitsverbruik, weten we hypothetisch het gebruikersgebonden verbruik (aangevuld met een resterend deel gebouwgebonden verbruik dat EPA niet meeneemt). Het is voor te stellen dat een berekend gebouwgebonden elektriciteitsverbruik redelijke betrouwbaar kan zijn. Hiermee zou ook het gebruikersgebonden verbruik inzichtelijk worden. Er ligt hier een link naar de wens het totaal verbruik verder op te delen (zie voetnoot 5). In dit hoofdstuk is ook het gebruikersgebonden deel in beeld gebracht; alhoewel hiervoor meer onderzoek nodig is en daarom enkel de trendmatigheden als indicatief worden beschouwd.

Het gemeten totaalverbruik neemt relatief snel toe van G naar A. Het berekend gebouwgebonden verbruik neemt vanaf een diepe G richting de betere labels eerst licht toe (hypothese: introductie koeling en mechanische ventilatie), waarna deze daalt (hypothese: energiezuinige verlichting). Het netto resultaat voor het hypothetisch gebruikersgebonden verbruik is dan tevens een snelle toename van G naar A (hypothese: hogere bezetting, meer ICT toepassingen).

Een belangrijke observatie uit dit onderzoek is dat de grootste, meest-bezette kantoren de bandbreedte aan de bovenkant van het gemiddeld elektriciteitsverbruik van een labelklasse voor een groot deel verklaren. Naar beneden toe geldt dit voor de kleinste, minst-bezette kantoren; 'groot' en 'klein' geven nu tegengestelde effecten in vergelijking tot de analyse van het gasverbruik. Dit 'verklaren' komt voort uit een visuele analyse van figuren en is niet onderbouwd met een statistische toets.

Een factor die nog niet goed onderzocht is, is het originele bouwjaar binnen eenzelfde labelklasse. Vanaf label-B lijkt het elektriciteitsverbruik van een origineel ouder kantoor rond de 15% lager te liggen in vergelijking tot een kantoor dat direct

met het betreffende label is neergezet. Dit is een tegenstrijdig- en wat kleiner effect in vergelijking tot wat we vonden bij de gasintensiteit. Meer onderzoek is nodig om de significantie van dit fenomeen te bepalen, met name bij de ontwikkeling van benchmarkdata en het bepalen van een indicatief label.

In plaats van een intensiteit uit te drukken in een verbruik per m² GO, kan deze ook worden uitgedrukt in een verbruik per FTE, waarvoor gemiddeld 2933 kWh/FTE is gevonden. Ter referentie; dit ligt een factor 11,5 maal hoger in vergelijking tot het gemiddeld elektriciteitsverbruik per leerling in het basisonderwijs (Sipma & Niessink, 2018). Noot dat het gasverbruik per FTE gevonden in het vorige hoofdstuk 'slechts' een factor 4,7 hoger ligt. Dit verbruik ligt voor een label-A kantoor zo'n 40% hoger in vergelijking tot de overige labels, waar deze rond de 2750 kWh/FTE schommelt.

5 Het verbruik van de leegstaande voorraad

5.1 Inleiding

In dit relatief korte hoofdstuk wordt gezocht naar het gas- en elektriciteitsverbruik van de volledig leegstaande voorraad, waar de Landelijke leegstandsmonitor 2017 (CBS, 2017) bij betrokken is. Deze monitor is opgezet om leegstand te identificeren. Door de database op adresniveau te koppelen met de SPSS kantoren, kan in theorie bepaald worden wat het gas- en elektriciteitsverbruik van de leegstaande voorraad is.

5.2 Relatie met de invloed van de bezettingsgraad

In paragraaf 6.3 wordt de invloed van de bezettingsgraad op het gas- en elektriciteitsverbruik uitgewerkt. De bezettingsgraad staat in relatie tot een bepaald mate van leegstand. Figuur 65 en Figuur 66 tonen een functie die bij een zeer lage bezetting rechtsonder naar een asymptotisch evenwichtswaarde gaan voor de gas- en elektriciteitsintensiteit. Dit zou het equivalent voor vrijwel volledige leegstand moeten zijn. Eenvoudig kan berekend worden dat via deze route de gas- en elektriciteitsintensiteiten op 7,5 m²/m² GO en 22,5 kWh/m² GO uitkomen. Dit ligt afgerond op respectievelijk 70% en 40% van gemiddelde intensiteiten die we in voorgaande hoofdstukken zijn tegengekomen. Dit doet vreemd aan, omdat we gevoelsmatig verwachten dat beiden minimaal zullen zijn. Gasverbruik in leegstand zou idealiter niet méér moeten zijn dan het vorstvrij houden van het kantoor; elektriciteitsverbruik zou enkel ventilatie en noodverlichting moeten omvatten. In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op het verbruik van volledige leegstand.

In paragraaf 5.3 wordt geanalyseerd of de volgens de Leegstandsmonitoring leegstaande kantoren, daadwerkelijk geen werknemers bevatten. Dit doen we door LISA/ABR bij de analyse te betrekken. In paragraaf 5.4 koppelen we waar mogelijk, het gas- en elektriciteitsverbruik. Hiermee hopen we het energiegebruik van volledige leegstand te vinden. In hoeverre dit is gelukt, verwoordt de samenvatting in paragraaf 5.5.

5.3 Landelijke Leegstandsmonitoring versus LISA/ABR

Er is een bron waarmee het hypothetisch mogelijk is een sub-selectie te maken van kantoren die werkelijk volledig leeg staan; de [Landelijke Leegstandsmonitoring](#) (CBS, 2017):

‘Er is sprake van administratieve leegstand van verblijfsobjecten uit de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG) als er geen bewoning is volgens de Basisregistratie Personen (BRP), er geen bedrijvigheid is volgens het Handelsregister (HR) en geen (fiscaal) gebruik is volgens de Registratie Waardering Onroerende Zaken (WOZ).’

Binnen de SPSS kantorenpopulatie zijn bijna 800 kantoren gevonden met een leegstandsindicatie vanuit de Landelijke Leegstandsmonitoring. Aanvullende hebben we op grond van [LISA](#) en/of het [ABR](#) voor 130 kantoren inzicht in het

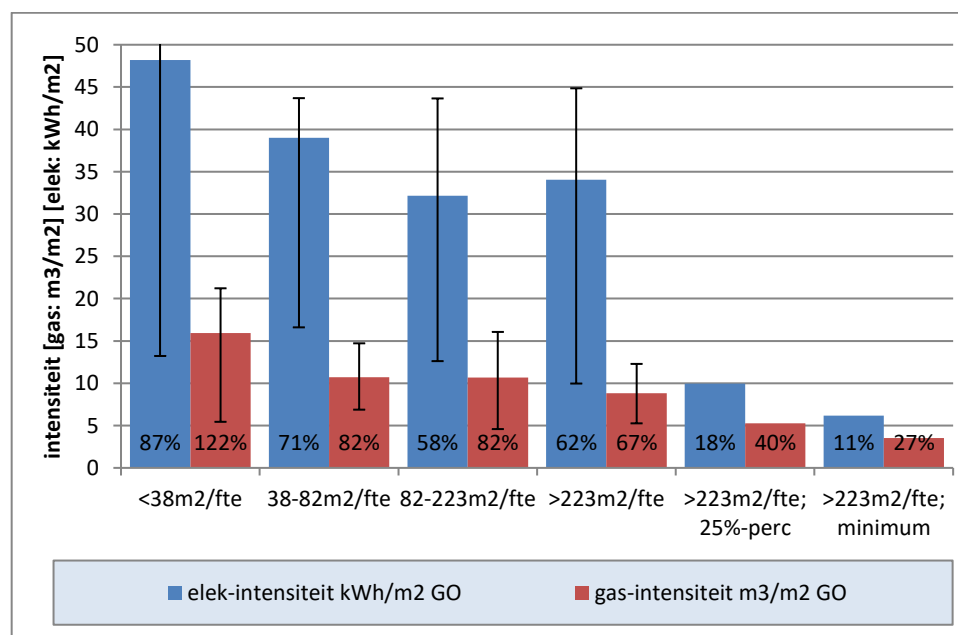
aantal FTE, en dus in de bezettingsgraad, uitgedrukt in m² beschikbare ruimte per FTE.

Na analyse, waarbij we geen rekening meer houden met een filter rondom de bettingsgraad ($m^2/FTE > 4$ AND < 150), konden we de volgende conclusies trekken:

- Het 25% percentiel binnen de 130 kantoren; dus het 32^{ste} kantoor van de populatie naar een afnemende bezettingsgraad (oplopend ruimtegebruik per FTE), biedt 38 m² GO per FTE. Deze waarde duidt zeker nog niet op volledige leegstand en ligt qua bezettingsgraad tussen 'gemiddeld' en 'meest voorkomend' (zie de eerder gevonden statische centrummaten in paragraaf 2.5.1). In de volgende paragraaf zal blijken dat deze kantoren 'normaal' energie verbruiken, waarmee leegstand lijkt te zijn uitgesloten.
- Daarna neemt de bezettingsgraad wel degelijk snel af. De mediaan van deze subpopulatie (het 65^{ste} kantoor) heeft een ruimtegebruik van 82 m²/FTE. Dit ligt 65% hoger ten opzichte van het eerder gevonden gemiddelde.
- Het ongewogen gemiddelde wordt door de vele leegstand die dan volgt omhooggetrokken naar 270 m²/FTE. Deze waarde valt al ver voorbij een maximaal geaccepteerd ruimtegebruik van 150 m²/FTE dat we in de vorige hoofdstukken hebben gehanteerd bij het bepalen van intensiteiten.

5.4 Analyse gas- en elektriciteitsintensiteiten

Figuur 64 Analyse temperatuur gecorrigeerde gas- (N=82) en elektriciteitsintensiteit (N=70) van de volgens de Landelijke Leegstandsmonitoring leegstaande voorraad, naar ruimtegebruiksklasse; inclusief de 25-75% -percentielen; kantoren met een gasketel. De percentages geven de relatieve intensiteit weer ten opzichte van de ongewogen gemiddelde waarden uit Hoofdstuk 3 en 4.



Binnen deze subpopulatie van 130 kantoren, hadden rond de 75 kantoren een gasketel én een valide gemeten gas- en elektriciteitsverbruik³⁰. Deze groep is ingedeeld naar 4 onderscheiden bezettingsgraden, waarvoor de gemiddelde ongewogen gas- en elektriciteitsintensiteiten zijn bepaald. Figuur 64 geeft de resultaten visueel weer. Ook de 25-75% percentielen worden getoond.

Observaties:

- Er vallen 17 kantoren binnen de hoogste bezettingsgraad waarvan al is geconcludeerd dat de bezetting hoger dan gemiddeld is. Het is dan ook niet raar dat deze kantoren een gasverbruik hebben dat 22% boven het ongewogen gemiddelde van Hoofdstuk 3 ligt. Ook het elektriciteitsverbruik heeft niets met leegstand te maken, alhoewel het wat lager ligt dan gemiddeld in Hoofdstuk 4 is gevonden (-13%).
- De drie volgende afnemende bezettingsgraden (meer ruimtegebruik per FTE) laten wel degelijk een afname van de gas- en elektriciteitsintensiteit zien. Wat echter opvalt is dat deze afname maar beperkt is.
- Zelfs de klasse waarbij een FTE minimaal 223 m² tot zijn beschikking heeft, wat toch echt als volledige leegstand beschouwd kan worden (slechts de eigenaar staat in de boeken vermeld?), heeft een resterend gas- en elektriciteitsverbruik dat ongeveer op twee derde van het gemiddelde ligt.
- De volgende twee staven, waarvan de bezettingsgraad niet bekend is, geeft het verbruik weer van het 25%-percentiel van de voorgaande ruimtegebruiksklasse waarvoor geldt [$>223\text{m}^2/\text{FTE}$]. Dit is het kantoor dat het op 5 na laagste verbruik heeft binnen deze subpopulatie van in totaal 75 kantoren. Dit verbruik ligt nog op bijna 20% van het gemiddeld gas- en 40% van het gemiddelde elektriciteitsverbruik.
- Zelfs het minimale verbruik, weergegeven door de laatste twee staven betreft nog 11% en 27% van het gemiddelde gas- en elektriciteitsverbruik.
- Het is voor te stellen dat deze resultaten anders zouden zijn wanneer geen rekening was gehouden met de in voetnoot 30 vermelde ondergrenzen voor het gas- en elektriciteitsverbruik. Een verbruik lager dan 1 m³/m² en 5 kWh/m² is namelijk niet bij deze leegstandsanalyse betrokken. Laten we de mogelijke consequenties even in gedachten analyseren. Het negeren van deze ondergrenzen had waarschijnlijk aanvullende (hypothetisch) leegstaande kantoren aan de analyse toegevoegd. Omdat deze een nog lager verbruik hebben, zou hiermee het *gemiddelde* verbruik van de onderscheiden klassen in Figuur 64 zijn afgenomen. Dit neemt echter niet weg dat de huidige kantoren, ondanks dat ze (hypothetisch) leeg staan, wel degelijk nog een aanzienlijk gas- en elektriciteitsverbruik hebben. Misschien is deze groep nog wel interessanter dan de groep waarvoor wellicht geldt dat er helemaal geen gebruik is, waarvan nu helaas de omvang onbekend is.

³⁰ Hier kan een spanningsveld ontstaan met de geaccepteerde ondergrens rondom het gas- en elektriciteitsverbruik, afhankelijk van type verwarmingssysteem (zoals beschreven in paragraaf A.8). Meegenomen zijn hier: 'kantoorpanden met gas- en elektriciteitsaansluitingen met een gemeten gasverbruik van 1-50 m³/m² en een gemeten elektriciteitsverbruik van 5-200 kWh/m²'. Dit filter kunnen we niet zomaar loslaten; *geen* verbruik kan namelijk ook voortkomen vanuit een foutieve koppeling tussen adressen en energiemeters. Een aanbeveling is deze analyse te herhalen wanneer de populatiegrootte is toegenomen, waarbij tijdens de datakoppelingen een onderscheid wordt gemaakt tussen 'geen verbruik vanwege een mismatch datakoppeling' en 'daadwerkelijk geen verbruik vanwege leegstad'. Kennis vanuit de praktijk met betrekking tot het energieverbruik van leegstaande kantoren is wenselijk ter verificatie van de nauwkeurigheid van de uitkomsten.

Dat niet alles in de Leegstandsmonitor werkelijk leeg staat, blijkt ook uit [Vastgoedmark.nl](https://vastgoedmark.nl): *‘bij een test met 1.000 objecten in 5 gemeenten kon in 40% van de gevallen niet worden vastgesteld of er feitelijk leegstand was; in bijna 20% bleek er inconsistentie tussen de administratieve waarneming en de praktijkwaarneming, waarbij onduidelijk blijft wie gelijk heeft (Buck, 2017).’*

Ook de Landelijke Leegstandsmonitoring zelf doet op grond van het energiegebruik een vergelijkbare observatie: *Van in totaal bijna 87 duizend verblijfsobjecten, bleek de kwalificatie ‘leegstaand’ in ruim 15 duizend gevallen discutabel, vanwege het energiegebruik. Met andere woorden, ongeveer 18% van de langdurig leegstaande verblijfsobjecten met utiliteitsfunctie had een energiegebruik dat niet past bij leegstand en was dus waarschijnlijk niet leegstaand (Bouhuij-Bos et al., 2018).’*

Aanbeveling: betrek het energieverbruik in een eerder stadium bij het bepalen van leegstaande objecten voor de Landelijke Leegstandsmonitoring.

5.5 Samenvatting

In dit korte hoofdstuk is voor het eerst op grond van ‘big data’ een poging gedaan het gas- en elektriciteitsverbruik van de leegstaande kantorenvorraad te bepalen. Voor deze analyse is de Landelijke Leegstandsmonitoring aan het SPSS bestand toegevoegd. Deze blijkt echter nog een kwaliteitsslag te moeten maken, wil het met een grotere zekerheid leegstand kunnen identificeren. De analyse naar energie-intensiteiten zelf zou hier een rol in kunnen spelen.

Voor de relatief kleine SPSS- kantorenpopulatie waar daadwerkelijk sprake is van ‘volledige’ leegstand (hier gedefinieerd met $>223 \text{ m}^2/\text{FTE}$), is het gas- en elektriciteitsverbruik nog opvallend hoog. Beide liggen op ongeveer twee derde van het in de vorige hoofdstukken gevonden gemiddeld verbruik. Het kantoor met het laagste verbruik, verbruikt toch nog 11% elektriciteit en 27% gas ten opzichte van gemiddeld.

Belangrijk om te beseffen is dat, vanwege softwarematige instellingen, niet de kantoren zijn meegenomen die daadwerkelijk *geen* verbruik hebben. Geconcludeerd kan dan enkel worden dat binnen de leegstaande populatie een deel kantoren nog een relatief hoog verbruik heeft, alhoewel niet bekend is wat de relatieve omvang van deze groep is; hiervoor is aanvullend onderzoek nodig. Vanuit besparingsperspectief zijn dit uiteraard wel de meest interessante kantoren.

6 De benchmarkmethodiek

6.1 Inleiding

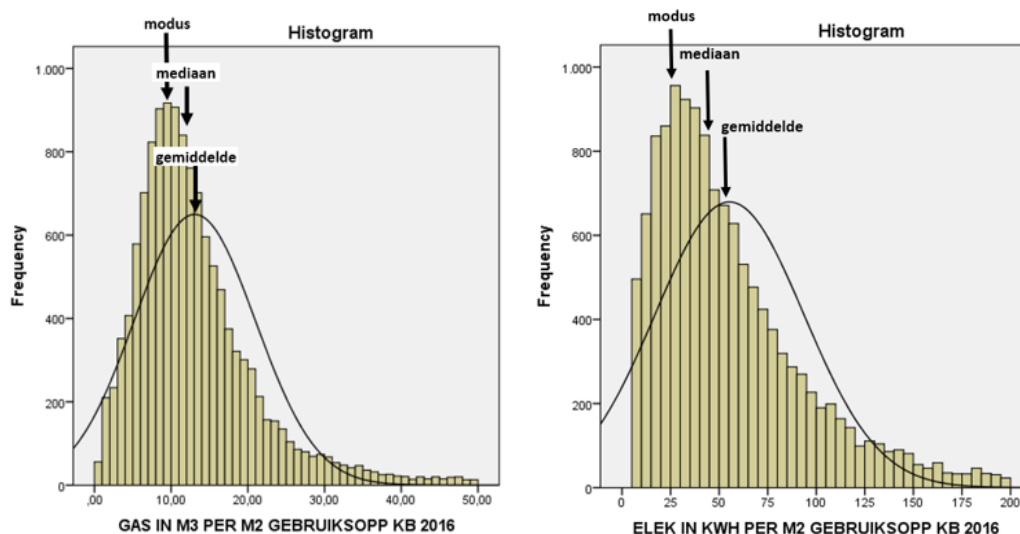
In dit hoofdstuk wordt de benchmarkmethodiek ontwikkeld. Data en inzichten uit voorgaande hoofdstukken spelen hierbij een belangrijke rol. Benchmarken geeft aan hoe goed een willekeurig kantoor het doet ten opzichte van vergelijkbare kantoren. Licht het gasverbruik hoger, en zo ja, hoeveel hoger? Er wordt hierbij een onderscheid gemaakt naar de gelabelde- en niet-gelabelde voorraad.

In paragraaf 6.2 worden eerst diverse centrummaten besproken. In de benchmarkmethodiek zal uiteindelijk ongewogen gemiddelde intensiteiten een leidende rol spelen, gecorrigeerd voor de bezettingsgraad. Een gebruiker kan echter ook besluiten vanuit een andere centrummaat te starten, afhankelijk van de specifieke toepassing. In ieder geval is het belangrijk het onderscheid te kennen.

In paragraaf 6.3 wordt de invloed van de bezettingsgraad op de intensiteiten behandeld. Deze is meegenomen in de benchmarkformule, die in paragraaf 6.4 wordt uitgewerkt. Dezelfde paragraaf beschrijft hoe de benchmarkmethodiek is opgezet. Ook beschrijft het de Excelfile die is ontwikkeld, waarmee een gebruiker zijn kantoor direct kan benchmarken. Deze file geeft voor een niet-gelabeld kantoor ook een indicatief label dat het best bij de energetische kwaliteit van het kantoor. Voor een gelabeld kantoor wordt aangegeven met welke bouwjaarklasse het verbruik gemiddeld gezien het meest overeenkomt. In paragraaf 6.5 wordt voor een hypothetisch kantoor ter verduidelijking de uitvoer van de Excel behandeld.

Dezelfde benchmarkdata kan ook gebruikt worden om een *indicatief* verbruik van een willekeurig kantoor te schatten. Dit is in paragraaf 6.6 gedaan voor de kantoren waar de benchmark zelf uit voort is gekomen. Hiermee wordt de methodiek als het ware getest en inzicht verkregen in de nauwkeurigheid ervan. Het hoofdstuk sluit af met en samenvatting in paragraaf 6.8.

6.2 Modus, mediaan, gemiddelde, standaarddeviatie en percentielen



Figuur 18 in paragraaf 3.2.1 toonde de histogram voor de analyse van de gas-kentallen voor de gehele voorraad, Figuur 39 in paragraaf 4.2.1 die voor de elektriciteitsintensiteiten (hierboven opnieuw weergegeven). De histogrammen geven inzicht in hoe vaak een bepaalde intensiteit voorkomt in de SPSS kantorenpopulatie. De histogram-modus³¹ is de waarnemingsklasse die het vaakst voorkomt. De mediaan geeft de waarde behorende bij het kantoor dat zich exact in het midden bevindt van de oplopende reeks intensiteiten. Het gemiddelde komt voort uit een berekening. Bij een perfecte normaalverdeling vallen allen samen. In dit werkveld hebben we echter altijd te maken met een nasleep van vooral hogere waarden. Een (berekende) standaarddeviatie past beter bij een gemiddelde om een indicatie van de bandbreedte te krijgen. Bij een perfecte normaalverdeling valt 68,27% van de populatie rondom het gemiddelde binnen de standaardafwijking ([Wikipedia](#)). Percentielen passen eigenlijk beter bij de mediaan, die zelf het 50% percentiel is.

Het is de vraag welke van de statistische centrummaten modus, mediaan of (ongewogen/gewogen) gemiddelde voor specifiek benchmarken het meest geschikt is³². In dit hoofdstuk wordt, net als in voorgaande onderzoeken, uitgegaan van het ongewogen gemiddelde (binnen een bouwjaar/label- en grootteklasse). Hiermee wordt tegemoet gekomen aan het feit dat er een nasleep is van kantoren die relatief veel verbruiken per m², om welke reden dan ook. De gebruiker van de kentallen

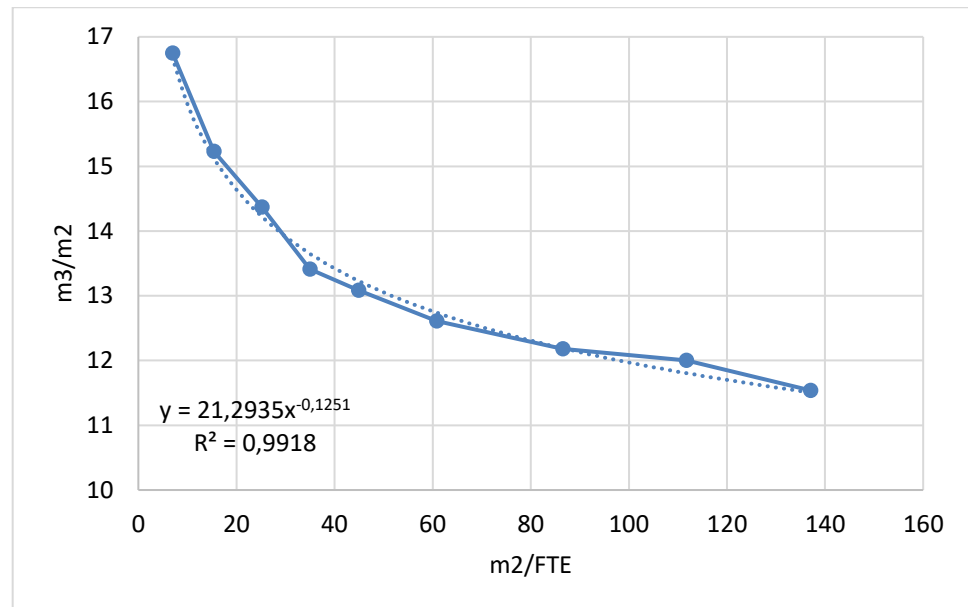
³¹ De ene modus is de andere modus niet. Wanneer een statistische analyse de leeftijd van personen betreft, zal een bepaalde leeftijd het vaakst voorkomen; de modus. In onze analyses is het onmogelijk dat er twee gebouwen zijn die exact dezelfde intensiteit zullen hebben (wanneer '0' onderdeel zou uitmaken van de analyse, en er zouden minimaal twee kantoren zijn met deze waarde, zou dit waarschijnlijk de modus worden). Daarom wordt hier gesproken van een *histogram-modus* die bepaald is door de intensiteiten in klassen in te delen, ongeveer conform de klassen die in de histogrammen zichtbaar zijn. Hij zou ook visueel uit een histogram gehaald kunnen worden. Dit betekent dat de waarde afhankelijk wordt van de gekozen grootte van de klassenindeling. Lastig wordt het wanneer niet exact de top van de histogram de hoogste waarde heeft, maar bijvoorbeeld één klasse ernaast. Wat besluit je dan? Beschouw je dit als representatief voor de gehele populatie, of kies je liever een histogram-modus die voortkomt uit een vloeiende lijn die door iedere klasse getrokken kan worden?

³² [Hofstede](#) benoemt enkele voor- en nadelen bij het toepassen van centrummaten.

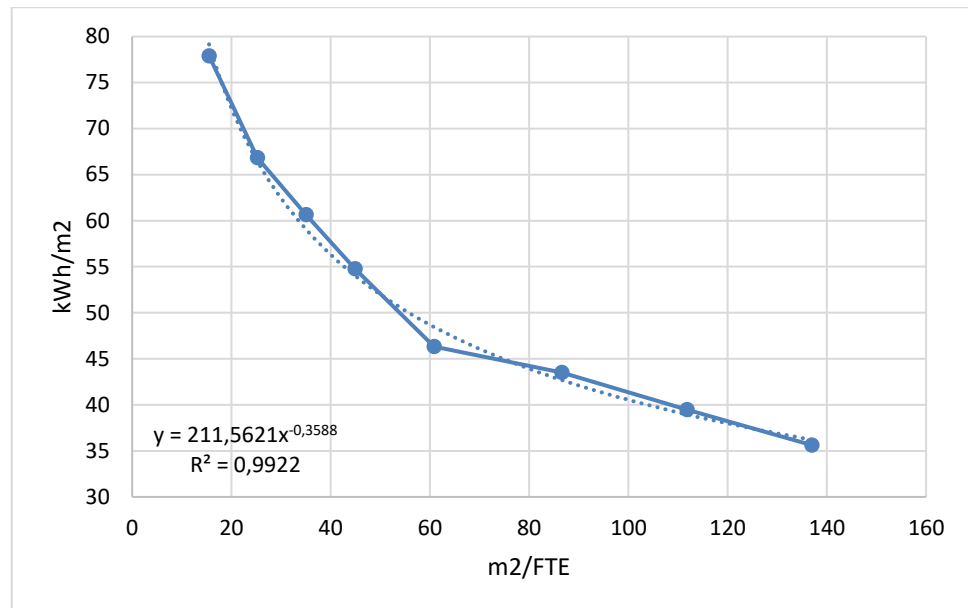
dient zich van voorgaande bewust te zijn. Voor een andere toepassing zou de voorkeur bij een andere maat kunnen liggen.

6.3 De invloed van de bezettingsgraad

Figuur 65 Invloed ruimtegebruik per FTE op de gasintensiteit (N=7592)



Voordat we de ontwikkeling van de benchmarkdata in de volgende paragraaf uitwerken, is het handig eerst naar enkel de invloed van de bezettingsgraad op de gas- en elektriciteitsintensiteit te kijken. Dit wordt weergegeven in respectievelijk Figuur 65 en Figuur 66. De bezettingsgraad is hierbij uitgedrukt als het ruimtegebruik in m² GO per FTE. Duidelijk is te zien dat de intensiteiten afnemen met een lagere bezetting (meer m² per FTE). Relatief gezien neemt de elektriciteitsintensiteit ruim een factor twee sneller af, in vergelijking tot de gasintensiteit. Een reden hiervoor kan zijn dat een afnemende bezetting voor de gasintensiteit niet perse voor iedere individuele situatie betekent dat die vierkante meters ook daadwerkelijk niet verwarmt worden. In het ene kantoor zal een hele verdieping leeg staan, dat wel of niet verwarmd wordt; in een ander kantoor zullen de werknemers over de beschikbare vierkante meters verdeeld zijn. Beide situaties kunnen dezelfde *gemiddelde* bezettingsgraad geven, terwijl het effect op het gasverbruik totaal anders is.

Figuur 66 Invloed ruimtegebruik per FTE op de elektriciteitsintensiteit (N=7157)

De corresponderende formules waarmee de correctiefactoren voor de gas- en elektriciteitsintensiteit worden bepaald, kunnen worden uitgeschreven als:

$$F_{m2FTE_gas} = \frac{FTE_{keus}^{-0,125}}{FTE_{gem}^{-0,125}}$$

$$F_{m2FTE_elek} = \frac{FTE_{keus}^{-0,359}}{FTE_{gem}^{-0,359}}$$

Waarvoor geldt:

- [F_{m2FTE_gas}] is de bezettingsgraad gerelateerde correctiefactor op de berekende gasintensiteit
- [F_{m2FTE_elek}] is de bezettingsgraad gerelateerde correctiefactor op de berekende elektriciteitsintensiteit
- [FTE_{gem}] is het ongewogen gemiddeld ruimtegebruik in m²/FTE voor de bouwjaar- of labelklasse waartoe het kantoor behoort. Deze waarde is te vinden in kolom 19 van de tabellen die in paragraaf 6.4.2 worden besproken.
- [FTE_{keus}] is het ruimtegebruik in m²/FTE waar van wordt gegaan. Idealiter is dit het werkelijk ruimtegebruik van het betreffende kantoor. Wanneer dit onbekend is, kan gekozen worden voor (a) de waarde van [FTE_{gem}]; waarmee deze factor de waarde [1] krijgt en er dus niet wordt gecorrigeerd voor de bezettingsgraad, of voor (b) de vaakst voorkomende (modale) bezettingsgraad binnen de bouwjaar- of

labelklasse waartoe het kantoor behoort. Deze waarde is te vinden in kolom 20 van de tabellen die in paragraaf 6.4.2 worden besproken.

De correctie op grond van de modale FTE-waarde verdient een toelichting. Volgens paragraaf B.4 had een paar jaar terug 30% van het totaal aantal kantoren te maken met een bepaalde vorm van leegstand (totaal, gedeeltelijk, verborgen). Dit is veel, maar dit is niet de meerderheid. Het gemiddeld ruimtegebruik per FTE is per benchmarksegment bekend. Het modale ruimtegebruik binnen deze segmenten ligt echter *altijd* lager. Ook dit duidt erop dat de meerderheid van het totaal aantal individuele kantoren beter bezet is dan gemiddeld, dus minder te kampen heeft met leegstand. Deze leegstand is overigens relatief gezien meer aanwezig bij de niet-gelabelde voorraad. Wanneer er *geen* sprake van leegstand zou zijn, zou een deel van de lagere waarden in de frequentietabellen (linkerzijde) doorschuiven naar hogere waarden (rechterzijde). Op deze wijze nemen zowel het gemiddeld gas- als het elektriciteitsverbruik toe (en wellicht andere centrummaten).

6.4 Ontwikkeling benchmark methodiek

6.4.1 Algemene informatie

De data betreft verbruiksjaar 2016. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de 'niet gelabelde' en 'gelabelde' voorraad. Voor benchmarkdoeleinden kan men op deze manier uitgaan van het originele bouwjaar van het kantoor of van het energielabel wanneer beschikbaar. Er wordt ook onderscheid gemaakt tussen 'gas' en 'elektriciteit', deze laatste afgekort als 'elek'.

6.4.2 Originele data en indeling Excel tabbladen

Gel_elek_origineel	Gel_gas_origineel	NietGel_elek_origineel	NietGel_gas_origineel
--------------------	-------------------	------------------------	-----------------------

De tabbladen met **[origineel]** in de benaming, bevatten de originele resultaten van de statische analyse. Er zijn vier tabbladen die voor zichzelf spreken:

- [NietGel_gas_origineel]: niet gelabeld, gasintensiteiten
- [NietGel_elek_origineel]: niet gelabeld, elektriciteitsintensiteiten
- [Gel_gas_origineel]: gelabeld, gasintensiteiten
- [Gel_elek_origineel]: gelabeld, elektriciteitsintensiteiten

De kolommen geven de statische maten (gemiddelden, percentielen, etc.). deze start met:

1	2	3	4	5
	Ondergrens m2 GO	Bovengrens m2 GO	Aantal waarnemingen	Gemiddeld ongewogen elek intensiteit
1. Indeling 7 grootteklassen	grootteklasse	grootteklasse	N dataset	(kWh/m2 GO)

Kolommen 19 en 20 geven inzicht in de bezettingsraad in de vorm van het 'ruimtegebruik', uitgedrukt als m²/FTE. Hierbij is enkel onderscheid gemaakt naar gelabeld versus niet gelabeld (dus de waarden voor [gas] zijn identiek aan [elek]).

19	20
Gemiddeld ongewogen m2 per FTE	Gemiddelde van modale klasse m2 per FTE

Van boven naar beneden worden naar diverse (gecombineerde) parameters intensiteiten getoond:

- 1: naar 7 grootteklassen
- 2A: naar 7 label/bouwjaarklassen
- 2B: naar 4 label/bouwjaarklassen, waarbij enkele voorgaande bouwjaarklassen zijn geaggregeerd (grotere populatie, maar analysemogelijkheden)
- 3: een samenvatting naar 6 grootteklassen en 4 label/bouwjaarklassen,
- afkomstig van de volgende tabellen:
- 4: er volgen 4 tabellen waarbij 6 grootteklassen worden onderscheiden binnen 4 label/bouwjaarklassen
- 5: naar SBI sectoren

Cellen die leeg zijn konden niet gevuld worden vanwege een te kleine populatie achter deze cel.

6.4.3 Data gecorrigeerde voor uitschieters naar 4 klassen

Gel_elek_correctie	Gel_gas_correctie	NietGel_elek_correctie	NietGel_gas_correctie
--------------------	-------------------	------------------------	-----------------------

Er zijn wederom vier tabbladen, waarbij de omschrijving [origineel] is vervangen door [correctie]. Via deze tabblad vindt (wat de auteur betreft) de benchmark plaats, op het niveau van grootteklassen binnen bouwjaar/labelklassen. Daarom zijn uit voorgaand tabbladen enkel nog tabellen #3, #4 en #5 over. De enige kolommen die hier zijn behouden zijn:

1	2	3	5	16	19	20
4_1 Indeling bouwjaarklassen	Ondergrens m2 GO grootteklasse	Bovengrens m2 GO grootteklasse	Gemiddeld ongewogen gas intensiteit (m3/m2 GO)	SPSS gemiddelde grootte dataset m2 GO	Gemiddeld ongewogen m2 per FTE	Gemiddelde van modale klasse m2 per FTE

Onderbouwing voor de correcties:

Trendmatigheden zijn bekend op diverse niveaus; (1) voor de gehele voorraad en (2) naar (gecombineerde) parameters. Bovendien hebben er vergelijkingen plaatsgevonden met andere gebouwtypen in eerdere studies. Met deze reden zijn uitschieters op dit aggregatieniveau eerst weggepoetst. Noot dat wanneer trendmatigheden lineair zouden zijn, SPSS in principe hetzelfde doet via lineaire regressie (zie ook voetnoot 33). De achterliggende gedachte hierbij is natuurlijk dat het aantal beschikbare SPSS-kantoren binnen een segment soms (te) klein is om representatief te zijn, waardoor (relatief grote) afwijkingen ten opzichte van het werkelijk gemiddelde ontstaan.

De [gelabelde voorraad] is kleiner dan de [niet-gelabelde voorraad]. Daarom zijn de originele trendmatigheden binnen de gelabelde voorraad minder 'vloeiend'. Bij elektriciteit zijn relatief meer afwijkingen te constateren dan bij gas waardoor de

trendmatigheid voor [elek] over het algemeen minder 'vloeiend' zijn dan die voor [gas].

1	2	3	5
4_2 Indeling labelklassen	Ondergrens m2 GO grootteklasse	Bovengrens m2 GO grootteklasse	Gemiddeld ongewogen gas intensiteit (m3/m2 GO)
BC	50	250	15,0
BC	250	500	12,9
BC	500	1.000	11,3
BC	1.000	2.500	10,3
BC	2.500	5.000	9,5
BC	5.000	>5.000	8,7
BC	Alles	Alles	10,3

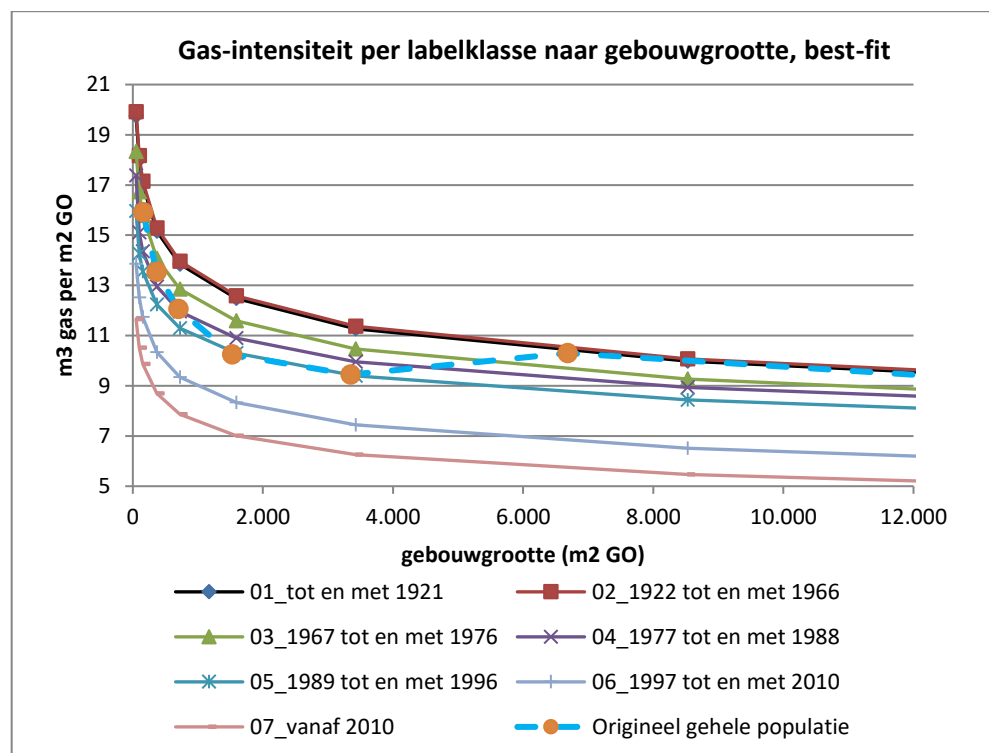
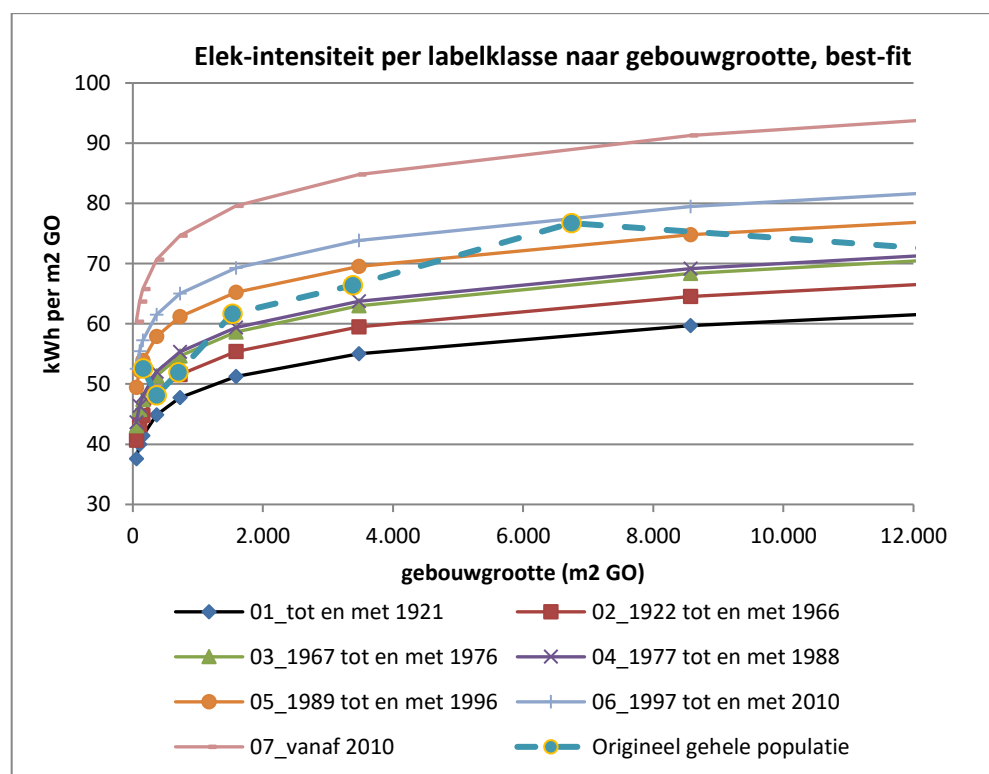
Elke cel die is voorzien van een visueel gecorrigeerde waarde is in de tabbladen geel gearceerd.

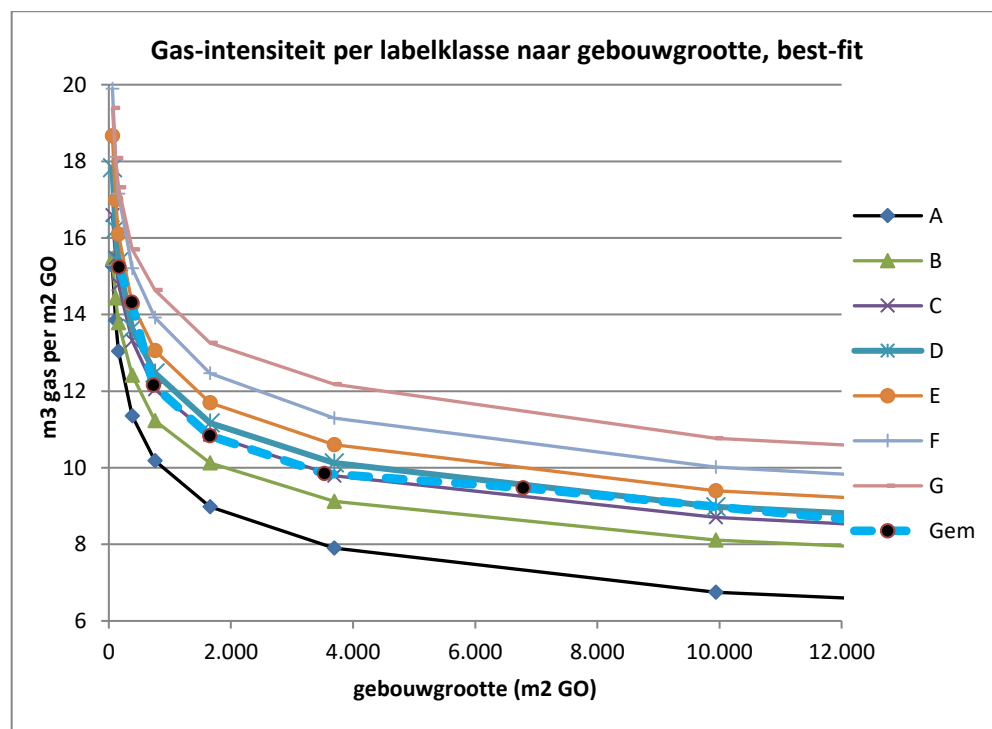
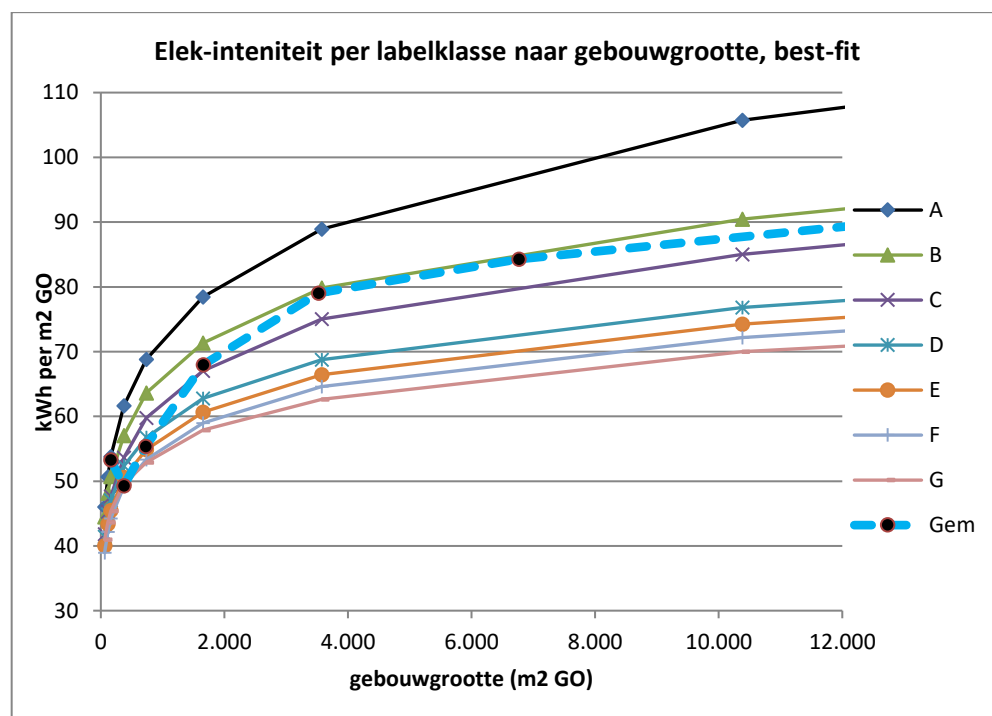
De figuren in **Bijlage D** tonen paarsgewijs het verschil tussen originele en gecorrigeerde trendmatigheden. De gecorrigeerde trendmatigheden waren in een andere hoedanigheid al getoond in paragraaf 2.3 als Figuur 7 en Figuur 8 (niet-gelabelde voorraad) en in paragraaf 2.4.2 als Figuur 9 en Figuur 10 (gelabelde voorraad).

6.4.4 Best-fit trends naar 7 klassen

In de volgende stap zijn best-fit relaties bepaald voor de vier onderscheiden label/bouwjaarklassen (worden hier niet getoond). Daarna volgt het opdelen naar 7 label/bouwjaarklassen. Voor deze stap zijn verhoudingsgetallen gebruikt uit de hogere aggregatietabel tabellen 2A en 2B [intensiteiten naar 4/7 label/bouwjaarklassen]. Dit resulteert in de volgende vier best-fit figuren, waarbij iedere lijn een bekend functievoorschrift heeft. Ter referentie is de onderbroken middelste lijn het *originele* verbruik van de gehele voorraad, zonder onderscheid naar label/bouwjaar.

- [NietGel_gas_BestFit]: Figuur 67
- [NietGel_elek_BestFit]: Figuur 68
- [Gel_gas_BestFit]: Figuur 69
- [Gel_elek_BestFit]: Figuur 70

Figuur 67 Best-fit voor [NietGel_gas_correctie]: niet gelabeld, gasintensiteiten, 7 klassen**Figuur 68** Best-fit voor [NietGel_elek_correctie]: niet gelabeld, elektriciteitsintensiteiten, 7 klassen

Figuur 69 Best-fit voor [Gel_gas_correctie]: gelabeld, gasintensiteit, 7 klassen**Figuur 70** Best-fit voor [Gel_elek_correctie]: gelabeld, elektriciteitsintensiteiten, 7 klassen

6.4.5 Functievergelijking als benchmarkmethodiek

Alle trendlijnen in de vorige vier figuren hebben een machtsfunctie die beschreven kan worden als³³:

$$y = Cx^\lambda$$

Hier worden parameters aan toegevoegd, waarmee de uiteindelijke benchmarkformule geschreven kan worden als:

$$y = Cx^\lambda \cdot I \cdot S \cdot J \cdot F_{\text{graaddagen}} \cdot F_{m2FTE}$$

Waarbij:

- **[y]** de berekende *gemiddelde* benchmark-intensiteit is voor vergelijkbare kantoren, binnen de corresponderende bouwjaar- of labelklasse van het eigen kantoor,
- de contante **[C]** en machtsfactor **[λ]** volgen uit de regressielijnen van de best-fit figuren in paragraaf 6.4.4,
- **[x]** de grootte van het kantoor is in m² GO,
- de factoren **[I]**, **[S]** en **[J]** hieronder worden toegelicht
- **[F_{graaddagen}]** voortkomt uit het aantal graaddagen van de eigen situatie (jaar en locatie afhankelijk), gedeeld door het aantal graaddagen van De Bilt in 2016³⁴. De graaddagen 2019 kunnen later per meetlocatie worden toegevoegd aan tabblad **Graaddagen**.
- **[F_{m2FTE}]** de in paragraaf 6.3 uitgewerkte correctiefactor voor de bezettingsgraad is.

Binnen tabblad **Benchmark_parameters** zijn deze parameters opgenomen. Ze worden ook getoond in Bijlage E. Door de eigen intensiteit te delen door de gevonden benchmark-intensiteit [y], verkrijgt men inzicht in 'hoe goed of minder goed het kantoor energetische gezien presteert'. In het onderstaande voorbeeld ligt

³³ Door van beide leden van de relatie de logaritme te nemen, ontstaat $[\log(y) = \log(C) + \lambda \log(x)]$, zodat het verband tussen $\log(x)$ en $\log(y)$, en dus de intensiteit en de grootte, lineair is. Dit betekent dat in SPSS via enkelvoudige lineaire regressie bepaald kan worden in hoeverre de grootte de intensiteiten beïnvloed. Hier is nog niet mee geëxperimenteerd. Noot dat de hier gevolgde benadering om tot benchmarkdata te komen in principe dezelfde is. In plaats van outliers vanuit een lineaire regressie te verwijderen, zijn deze nu gecorrigeerd richting een (bekend veronderstelde) trendmatigheid.

³⁴ Hier is achteraf gezien een schoonheidsfoutje ingeslopen aan het begin van het traject. Bewust is ervoor gekozen de gebruiker in staat te stellen zelf een prefererende graaddagencorrectie toe te passen. Met deze reden is de originele benchmarkdata niet gecorrigeerd. Maar ook een niet-gecorrigeerd gasverbruik is impliciet toch al gekoppeld aan een hoeveelheid graaddagen. De winter zijn is in het Noordoosten van Nederland (Groningen, Eelde) het koudst en in het Zuidwesten (Zeeland, Vlissingen) het warmst. Het midden van Nederland, De Bilt, ligt hier tussenin. Als voorbeeld: in het Noordoosten van Nederland was het in 2013 10% kouder dan in het Zuidwesten. Dit betekent dat er in theorie gemiddeld gezien ook 10% meer gas is verbruikt voor de toepassing ruimteverwarming (Sipma & Rietkerk, 2016). In de benchmark willen we kunnen corrigeren voor de locatie. De gebruiker wordt in staat gesteld het aantal graaddagen voor zijn jaar en locatie mee te nemen. Hier tegenover moet een waarde staan die past bij de benchmarkdata. Het jaar staat met 2016 vast. Voor de locatie kiezen we De Bilt als gulden middenweg. Het was echter netter geweest om eerst de benchmarkdata om te hebben gezet naar deze locatie. We denken dat de fout die we hiermee hebben geïntroduceerd voor het *gemiddeld verbruik per benchmarksegment* (bouwjaar/label- en grootteklasse) klein is. Hoe meer kantoren binnen een benchmarksegment homogeen verdeeld zijn over Nederland, hoe kleiner de fout.

de gasintensiteit 10% lager dan gemiddeld, de elektriciteitsintensiteit juist 10% hoger:

3. Correctie benchmark voor de bezettingsgraad.	Gas-intensiteit (m3/m2 go)	Elek-intensiteit (kWh/m2)	Totaal kWh/m2
Het eigen verbruik ligt op x% van het benchmarkverbruik	90%	110%	98%

Factor [S]

Wanneer één van de zeven trendlijnen afkomstig is uit de *opdeling* van één van de vier geaggregeerde trendlijnen uit de vorige stap, wordt er vermenigvuldigd met een factor [S], van 'Splitsen bouwjaar/labelklasse'.

Factor [I]

Er heeft een verificatie plaatsgevonden (zie paragraaf 0) waarmee de benchmark is getest. Dit gaf over het algemeen een goede tot zeer goede score. Voor slechts één labelklasse kwam de gasintensiteit relatief gezien minder mooi uit. Het is niet bekend wat de reden hiervan is. Om hiervoor te corrigeren is op basis *van trial and error* een correctiefactor geïntroduceerd waarmee het verschil tussen werkelijk en indicatief verbruik wordt geminimaliseerd. Deze factor noemen we [I], van 'Indicatief verbruik check'.

Factor [J]

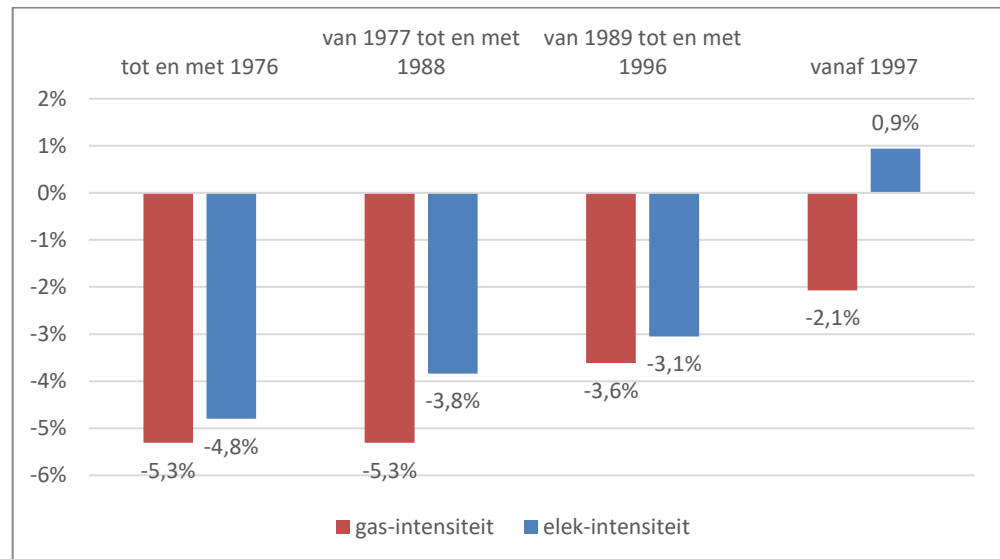
Factor [J] is een experimentele factor die 'klaar staat', maar nog niet toegepast dient te worden. Er kan wel alvast mee geëxperimenteerd worden. Er is echter eerst meer onderzoek nodig om deze factor nauwkeuriger te kwantificeren. De benchmarkdata in dit onderzoek betreft verbruiksjaar 2016. Echter, de gemiddelde gasintensiteit *per bouwjaar*klasse neemt door aanvullende renovaties af in de loop der tijd. De elektriciteitsintensiteit neemt door modernisering juist toe. Wanneer kantoren gedurende dit proces worden gelabeld, worden ze onderdeel van de 'gelabelde voorraad', wat (ook) van invloed is op voorgenoemde intensiteiten. De gemiddelde intensiteit *per label*klasse daarentegen, blijft in theorie gelijk door de jaren heen. Dit, omdat juist het label de energetische kwaliteit correct dient weer te geven. Verbeterd gedrag, het optimaliseren van klimaatinstallaties en een veranderende samenstelling naar grootte, beïnvloeden toch ook deze intensiteiten.

Voorgaande betekent dat op het moment een kantoor wordt gebenchmarkt tegen de energetische kwaliteit die vergelijkbare kantoren in 2016 hadden. Verbeteringen en modernisering die erna hebben plaatsgevonden, zijn nog niet meegenomen. In hoofdstuk 3 (Figuur 20 en Figuur 23) en in hoofdstuk 4 (Figuur 41 en Figuur 45) is dit aspect echter wel voor het eerst voorzichtig gekwantificeerd. Deze vormen na bewerkingen de hier geïntroduceerde factor [J], van **Jaareffect**. Hieronder wordt factor J verder uitgewerkt; aanvullend onderzoek is echter nodig om deze beter te kwantificeren.

Aanbeveling: analyseer de verandering door de jaren heen van intensiteiten naar bouwjaar- en labelklassen. Verbeter hiermee het inzicht voor factor [J] in de benchmarkformule.

Figuur 71 toont voor de niet-gelabelde voorraad de gemiddelde jaarlijkse reductie van de gas- en elektriciteitsintensiteit, over de periode 2013-2016, met een onderscheid naar bouwjaarclassen. We kunnen ons voorstellen dat deze reductie ook voor de jaren 2017-2019 geldt.

Figuur 71 Gemiddelde jaarlijkse reductie gas- en elektriciteitsintensiteit voor de niet-gelabelde voorraad over periode 2013-2016, met een onderscheid naar bouwjaarklassen (directe analyse), zonder onderscheid naar verwarmingssysteem, maar met uitzondering van warmtenetwerken).



De factor [J] wordt nu bepaald door:

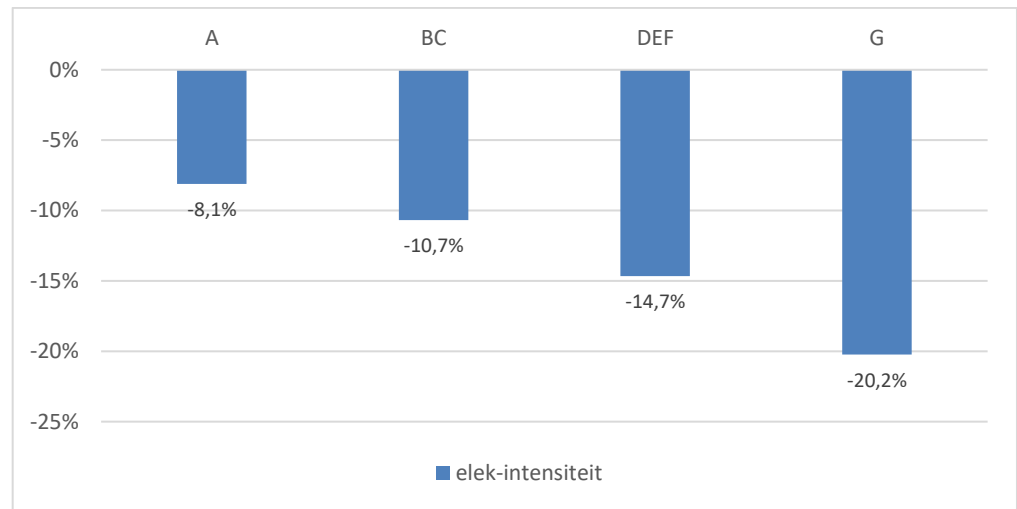
$$J_{\text{bouwjaarklasse}} = (100\% - x\%)^{(\text{kantoor_jaar} - 2016)}$$

Waarbij:

- **J_{bouwjaar}** het jaareffect [J] voor de niet-gelabelde voorraad is
- **[x%]** het percentage uit Figuur 71 is,
- **2016** het verbruiksjaar van de benchmarkdata is,
- **kantoor_jaar** het verbruiksjaar van het te benchmarken niet-gelabelde kantoor is

Voor de gelabelde voorraad is de situatie lastiger in te schatten. Er is slechts over één jaar (periode 2015-2016) data beschikbaar. Uit paragraaf 3.4 volgde dat de gasintensiteit met een afname van 1% gedurende dat jaar vrijwel gelijk is beleven. We gaan er van uit dat dit ook zal gelden voor de jaren erna. De elektriciteitsintensiteit daarentegen, daalde volgens paragraaf 4.4 met maar liefst 13%. Lineaire trendlijnen toegevoegd aan Figuur 45 geven de procentuele afname per labelklasse, welke zijn overgenomen in Figuur 72.

Figuur 72 Reductie elektriciteitsintensiteit voor de gelabelde voorraad over periode 2015-2016, met een onderscheid naar labelklassen (trendmatige analyse, enkel gasketels).



De auteur kan zich moeilijk voorstellen dat deze reductie zich in de jaren 2016-2019 jaarlijks heeft gehandhaafd. Met deze reden wordt in eerste instantie voorgesteld de experimentele factor [J] voor de gelabelde voorraad niet mee te nemen. Hiermee wordt expliciet verondersteld dat de gas- en elektriciteitsintensiteiten over de periode 2015-2019 per labelklasse gelijk zijn gebleven. Het jaareffect J_{label} is dan gelijk aan 100%³⁵.

$$J_{\text{labelklasse}} = [(100\% - 0\%)^{(\text{kantoor_jaar} - 2016)}] = 100\%$$

6.5 Uitvoer Excel benchmark

Op tabbladen **Gel_Benchmark** en **NietGel_Benchmark** vindt de eigenlijke benchmark plaats. We volgen een hypothetisch voorbeeld voor een niet-gelabeld kantoor, waarbij de gasintensiteit 10% hoger-, en de elektriciteitsintensiteit 10% lager ligt dan gemiddeld. De benchmark van een gelabeld kantoor volgt dezelfde opzet, waarbij een bouwjaarklasse is vervangen door een labelklasse. Achtereenvolgens passeren de volgende onderwerpen de revue:

- 1 De gebruiker voert in: bouwjaarklasse, jaarverbruiken gas en elektriciteit, over welk jaar dit verbruik was, welk weerstation het dichtst bij is, het aantal FTE en het aantal FTE. De berekende intensiteiten van het eigen kantoor worden gegeven.

³⁵ De gebruiker kan echter data voor deze factor zelf invoeren op tabblad [Benchmark_parameters].

1. Parameters eigen kantoor	Gas-intensiteit (m3/m2 go)	Elek-intensiteit (kWh/m2)	Totaal kWh/m2
<i>Uit welke bouwjaarklasse komt het kantoor?</i>	4. van 1977 tot en met 1988		
<i>Welke grootte heeft het kantoor [m2 GO] (afronden op 1 m2)</i>	1500		
De berekende intensiteit van je eigen kantoor, niet gecorrigeerd voor graaddagen (afgebeeld in onderstaande figuren):	10,1	79,0	178,0

- 2 De benchmark geeft aan wat het verbruik van het eigen kantoor is, ten opzichte van het gemiddeld verbruik van vergelijkbare kantoren. In plaats van het eigen verbruik voor graaddagen te corrigeren, is ervoor gekozen de benchmarkdata te corrigeren richting het jaar en de locatie van het eigen verbruik. Ook volgt hier de keus om het jaareffect [J] wel/niet mee te nemen. Er is echter nog geen rekening gehouden met de bezettingsgraad.

2. Vergelijk met benchmarkverbruik, gecorrigeerd voor het jaareffect en graaddagen, maar zonder rekening te houden met de bezettingsgraad (dus op grond van de gemiddelde bezetting)	Gas-intensiteit (m3/m2 go)	Elek-intensiteit (kWh/m2)	Totaal kWh/m2
Het originele gemiddeld gas en elek-verbruik 2016 binnen deze bouwjaarklasse op grond van best-fit functievoorschrift; omgezet naar de graaddagen van het eigen jaar en de eigen locatie	10,5	59,1	161,9
Het eigen verbruik ligt op x% van het benchmarkverbruik	96%	134%	110%

Op dit niveau kan de gebruiker binnen de [originele] tabbladen zoeken naar binnen welke percentielen het verbruik valt om te bepalen 'hoe veel beter of minder goed' het kantoor presteert ten opzichte van vergelijkbare kantoren. Er kan dan een uitspraak volgen als 'het gasverbruik komt het meest overeen met het 80% percentiel; dus ongeveer 80% van het aantal vergelijkbare kantoren binnen de benchmarkstudie had een lager verbruik'.

- 3 Daarna kan de gebruiker kiezen of er gecorrigeerd dient te worden voor de modale- of de eigen werkelijke FTE bezetting, waarna een aangepaste benchmark volgt. Men kan ook kiezen voor de gemiddelde bezetting, waarmee er eenvoudigweg geen correctie plaatsvindt (zie paragraaf 6.3).

3. Correctie benchmark voor de bezettingsgraad.	In/uitvoer	[m2/FTE]	[FTE/100m2]
De gemiddelde bezettingsgraad binnen dit segment is:		51,6	1,9
De modale bezettingsgraad binnen dit		42,5	2,4
De werkelijke bezettingsgraad eigen		30,0	3,3
Wil je (zie comment):	3. FTE_werkelijk		

3. Correctie benchmark voor de bezettingsgraad.	Gas-intensiteit (m3/m2 go)	Elek-intensiteit (kWh/m2)	Totaal kWh/m2
Berekende correctiefactor voor de benchmarkdata, op grond van gekozen bezetting, tov gemiddelde bezetting	107%	121%	
Voorgaande intensiteiten gecorrigeerd voor de bezettingsgraad (afgebeeld in onderstaande figuren):	11,3	71,8	181,9
Het eigen verbruik ligt op x% van het benchmarkverbruik	90%	110%	98%

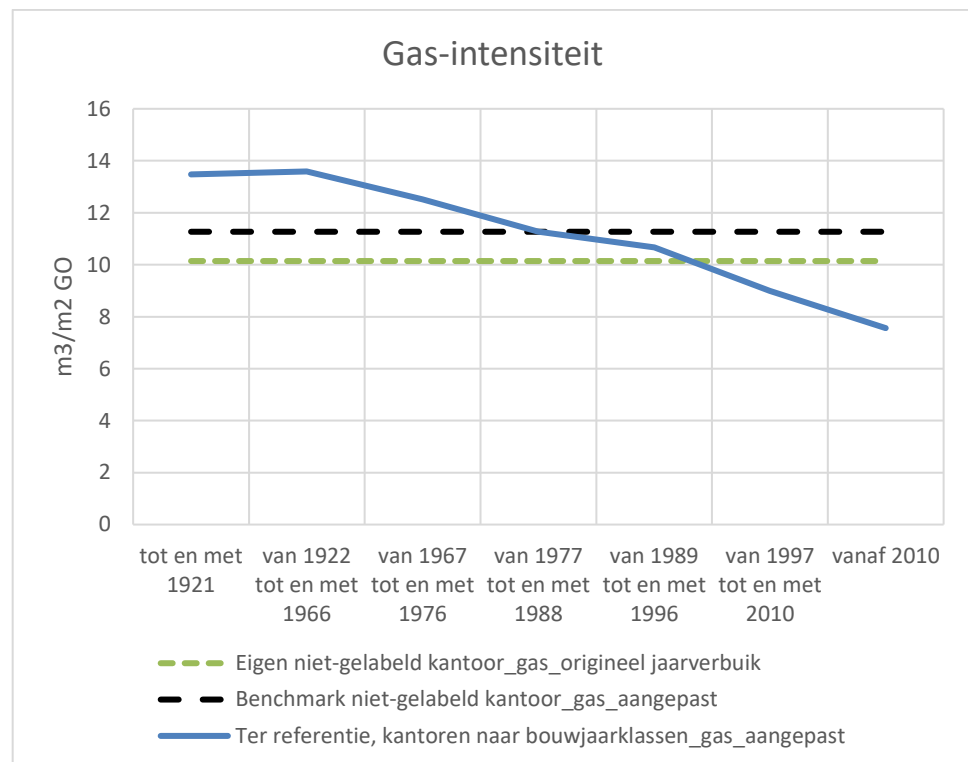
Hierna volgen figuren voor de gas- elektriciteit- en totale intensiteit, waarbij voorgaande visueel wordt weergegeven³⁶. Eerst wordt het verbruik van het eigen kantoor vergeleken met het gemiddeld verbruik van bouwjaarklassen; daarna wordt een passend indicatief label gezocht. Bij de gelabelde voorraad worden vergelijkbare figuren getoond, maar is de volgorde omgedraaid.

- 4 Dit voorbeeldkantoor uit bouwjaarklasse [1977 – 1988] doet het dus relatief goed qua gasverbruik; het schuift als het ware door naar de energetische kwaliteit van een recentere bouwjaarklasse. Daarom gaan we op zoek naar de bouwjaarklasse die dit kantoor beter representeert dan de eigen (originele) bouwjaarklasse³⁷. Figuur 73 is hiervan een voorbeeld en geeft het volgende inzicht:
- Benchmarks gasverbruik: het eigen kantoor (groen onderbroken) verbruikt 10% minder gas dan het gemiddeld verbruik van vergelijkbare kantoren (zwart onderbroken).
 - Passende bouwjaarklasse: de gemiddelde energetische kwaliteit van het eigen kantoor past daarom beter bij bouwjaarklasse [1989 – 1996] (kruispunt groen onderbroken met blauwe lijn).
 - Het kruispunt 'zwart onderbroken met blauwe lijn' toont slechts (ter verificatie) dat het exact kruist bij de correcte bouwjaarklasse [1977 – 1988].

³⁶ De omschrijving 'aangepast' in deze figuren geeft aan dat de benchmarkdata is aangepast aan de situatie van het eigen kantoor (graaddagen, bezettingsgraad), in plaats van andersom.

³⁷ Hierbij is het verbruik van alle bouwjaarklassen (de blauwe lijn) aangepast aan de graaddagen, de (gekozen) bezettingsgraad en eventueel factor [J] van het gebenchmarkte individuele kantoor. Hetzelfde geldt voor de gelabelde voorraad bij de volgende figuren.

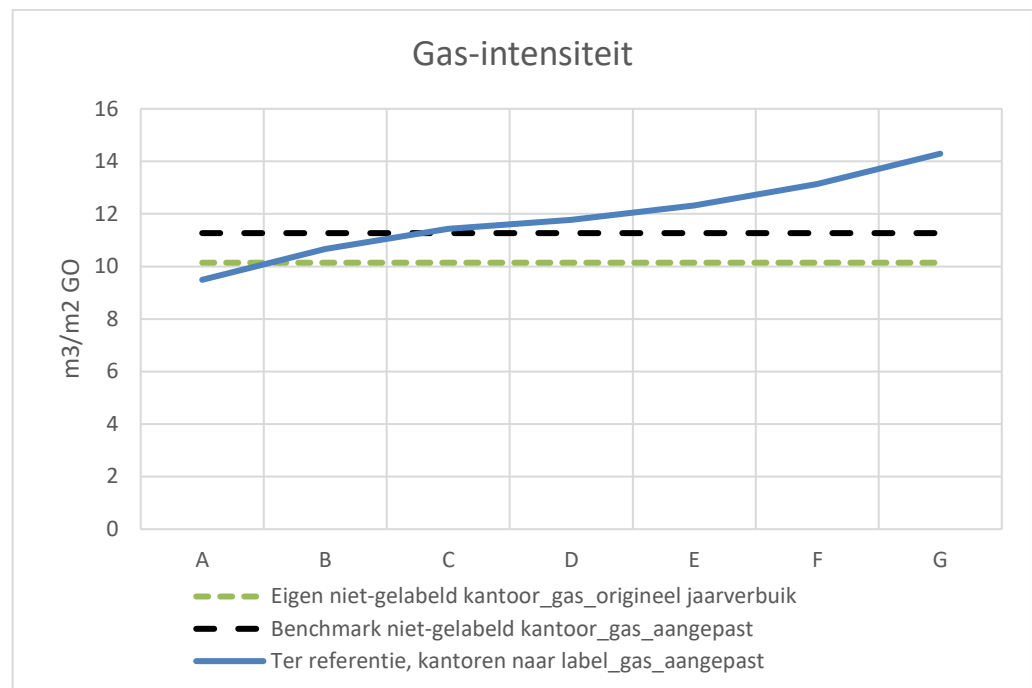
Figuur 73 Benchmarkfiguur waarbij voor het eigen kantoor gezocht wordt naar de best passende bouwklasse, op grond van het gasverbruik.



- 5 Hierna volgen figuren waarbij gezocht wordt naar een indicatief label (zie voetnoot 37). Figuur 74 is hiervan een voorbeeld en geeft het volgende inzicht
- Benchmarken gasverbruik: identieke informatie als in bij de vorige figuur.
 - Gemiddeld indicatief label: *gemiddeld* hebben kantoren uit deze bouwjaarklasse de energetische kwaliteit van C gelabelde kantoren (kruispunt zwart onderbroken met blauwe lijn, aflezen op x-as)³⁸.
 - Indicatief label eigen kantoor: omdat het eigen kantoor minder gas verbruikt, heeft het op grond van de gasintensiteit de energetische kwaliteit van 'A tot B gelabelde kantoren' (kruispunt groen onderbroken met blauwe lijn, aflezen op x-as).

³⁸ In paragraaf 3.6.2 is deze relatie uitvoerig besproken. In paragraaf 4.6.2 wordt hetzelfde gedaan voor de elektriciteitsintensiteit. We hebben daar geconcludeerd dat een labelindicatie op grond van de elektriciteitsintensiteit voor de 5 meest recente bouwjaarklassen redelijk vaak overeenkomt met een labelindicatie op grond van de gasintensiteit.

Figuur 74 Voorbeeld benchmark figuur waarbij het verbruik van bouwjaarklassen wordt uitgedrukt in de energetische kwaliteit van labelklassen.



De interpretatie van het elektriciteitsverbruik blijft lastig. Gemiddeld gezien neemt deze toe met een recenter bouwjaar en met een beter label door renovaties (introduktie mechanische ventilatie en koeling) en/of door modernisering (een hogere mate van digitalisering). Als de reden van een eigen relatief hoog elektriciteitsverbruik echter voorkomt uit *negatieve* aspecten (licht en PC's 's nachts aan laten staan, koelen terwijl dit niet nodig is en/of onzuinige verlichting), komt het verbruik weliswaar met een recenter bouwjaar en/of een beter label overeen, maar dan uiteraard vanwege de verkeerde reden. Het kantoor bevindt zich dan aan de 'slechte' kant van de spreiding, wat de werkelijke reden is van het hogere verbruik.

6.6 Testen benchmarkmethodiek via indicatieve intensiteiten

De 1.800 gelabelde en 11.000 niet-gelabelde kantoren zijn in SPSS van een *indicatieve* gas- en elektriciteitsintensiteit voorzien, dat vergeleken is met de werkelijke intensiteit. Dus de voorraad waar de benchmark zelf uit voort is gekomen, is aan dezelfde benchmark onderworpen ter verificatie van de nauwkeurigheid ervan. Dit vergelijk vond plaats op het aggregatieniveau van grootteklassen binnen label/bouwjaarklassen. Er is hierbij geen rekening gehouden met de bezettingsgraad (omdat van de meeste kantoren dit eenvoudigweg niet bekend is).

De verificatie gaf over het algemeen een goede tot zeer goede score. Tabel 20 toont voor de *gehele SPSS populatie* de procentuele afwijking van de berekende indicatieve intensiteit t.o.v. de werkelijke intensiteit, met een onderscheid naar gelabelde en niet-gelabelde populatie.

Tabel 20 Procentuele afwijking berekende indicatieve gemiddelde intensiteit t.o.v. de werkelijke gemiddelde intensiteit, gehele populatie. Ongeveer 1800 gelabelde-, en 11.000 niet-gelabelde kantoren.

	Afwijking indicatieve- versus werkelijke gas- intensiteit	Afwijking indicatieve- versus werkelijke elektriciteits-intensiteit
Gehele gelabelde voorraad	102%	97%
Gehele niet-gelabelde voorraad	100%	106%

De match is relatief goed. Belangrijker is echter de match op het niveau van grootteklassen binnen label/bouwjaarklassen, omdat hier de benchmarkdata uit voort is gekomen. Tabel 21 toont op dit niveau de procentuele afwijking van e berekende indicatieve intensiteit t.o.v. de werkelijk intensiteit. De eerste van de vier tabellen toont de afwijking voor labelklasse G (kolommen 3,4,5) en voor de oudste bouwjaarklasse (kolommen 6,7,8), per 6 onderscheiden grootteklassen (kolommen 1,2).

Conclusie: op het niveau van een gehele bouwjaarklasse wijkt de indicatieve intensiteit maximaal 1 procent af. Voor een gehele labelklasse (kleinere populatie) neemt dit wat toe tot 6 procent. Wanneer ook de grootteklasse wordt meegenomen binnen dit vergelijk, neemt het verschil her en der toe. Noot dat deze afwijkingen niet perse 'fout' zijn; de originele data zijn immers *bewust* gecorrigeerd naar een logische trendmatigheid die de werkelijkheid beter zou moeten beschrijven, waarmee deze afwijking expliciet is geïntroduceerd.

Tabel 21 Procentuele afwijking berekend indicatief verbruik, bepaald met benchmarkmethodiek, per bouwjaar/label- en grootteklasse. Ongeveer 1800 gelabelde-, en 11.000 niet-gelabelde kantoren.

1	2	3	4	5	6	7	8
Ondergrens m2 GO grootteklasse	Bovengrens m2 GO grootteklasse	Label- klasse 1	Elek gelabeld	Gas gelabeld	bouwjaar- klasse 1	Elek niet gelabeld	Gas niet gelabeld
50	250	G	84%	97%	alles tot en met 1976	86%	97%
250	500		113%	103%		107%	103%
500	1.000		114%	103%		111%	102%
1.000	2.500		100%	99%		105%	104%
2.500	5.000		93%	103%		100%	98%
5.000	>5.000		96%	99%		98%	99%
Alles	Alles		97%	101%		99%	100%

Ondergrens m2 GO grootteklasse	Bovengrens m2 GO grootteklasse	Label- klasse 2	Elek gelabeld	Gas gelabeld	bouwjaar- klasse 2	Elek niet gelabeld	Gas niet gelabeld
50	250	DEF	88%	95%	van 1977 tot en met 1988	91%	97%
250	500		109%	103%		103%	102%
500	1.000		104%	107%		108%	106%
1.000	2.500		97%	105%		104%	104%
2.500	5.000		92%	101%		102%	92%
5.000	>5.000		97%	97%		92%	104%
Alles	Alles		94%	102%		100%	100%

Ondergrens m2 GO grootteklasse	Bovengrens m2 GO grootteklasse	Label- klasse 3	Elek gelabeld	Gas gelabeld	bouwjaar- klasse 3	Elek niet gelabeld	Gas niet gelabeld
50	250	BC	97%	96%	van 1989 tot en met 1996	94%	98%
250	500		110%	101%		105%	106%
500	1.000		102%	104%		106%	102%
1.000	2.500		101%	103%		98%	101%
2.500	5.000		99%	100%		114%	96%
5.000	>5.000		103%	98%		92%	105%
Alles	Alles		101%	106%		101%	101%

Ondergrens m2 GO grootteklasse	Bovengrens m2 GO grootteklasse	Label- klasse 4	Elek gelabeld	Gas gelabeld	bouwjaar- klasse 4	Elek niet gelabeld	Gas niet gelabeld
50	250	A	100%	101%	alles vanaf 1997	102%	100%
250	500		98%	99%		102%	101%
500	1.000		103%	99%		99%	101%
1.000	2.500		100%	104%		96%	103%
2.500	5.000		94%	102%		93%	97%
5.000	>5.000		102%	100%		108%	102%
Alles	Alles		99%	100%		100%	101%

6.7 Samenvatting

Bij de benchmarkmethodiek speelt de ongewogen gemiddelde intensiteit een belangrijke rol. Dit gemiddelde is op het aggregatieniveau van grootteklassen binnen een label- of bouwjaarklasse bekend. Het gemiddeld verbruik ligt altijd hoger dan het modale verbruik, doordat er een nasleep is van kantoren die per m² relatief veel gas en elektriciteit verbruiken, om welke reden dan ook. Bij dit gemiddeld verbruik hoort ook een gemiddelde bezettingsgraad. De gemiddelde bezetting ligt vanwege de vele (gedeeltelijke) leegstand echter altijd lager dan de vaker voorkomende modale bezetting. In het verleden is bij het toekennen van een indicatief verbruik gebleken dat enkel uitgaan van het ongewogen gemiddelde, vaak resulteerde in een *onderschatting* van het werkelijk verbruik. Daarom wordt in de huidige methodiek (mede) gecorrigeerd voor de bezettingsgraad. Wanneer de werkelijk bezetting niet bekend is, wordt voorgesteld van de modale bezetting uit te gaan.

In de meest toegankelijke vorm van de benchmarkmethodiek, wordt per onderscheiden bouwjaar- en labelklasse een benchmark*formule* ingevuld. Naast een corrigerende factor voor de bezettingsgraad, zijn er andere factoren, zoals een plaats- en tijdgebonden graaddagencorrectie, de grootte van het kantoor, en parameters die voortkomen uit het zoeken naar een best-fit functievergelijking. De Excelfile die in de inleiding van dit hoofdstuk al is genoemd, berekend waar het eigen gebruik ligt ten opzichte van het gemiddeld benchmarkverbruik. Ook geeft het voor een niet-gelabeld kantoor het indicatieve label dat het best bij de energetische kwaliteit van het kantoor past.

Een belangrijk aandachtspunt is dat op het moment een kantoor wordt gebenchmarkt tegen de energetische kwaliteit die vergelijkbare kantoren in 2016 hadden. Verbeteringen en modernisering die erna hebben plaatsgevonden, zijn nog niet meegenomen. Dit laatste zal vooral het geval zijn bij de niet-gelabelde voorraad, maar er is een indicatie dat ook de elektriciteitsintensiteit van de gelabelde voorraad door de jaren heen verandert. Een belangrijke aanbeveling is de verandering door de jaren heen van intensiteiten naar bouwjaar- en labelklassen te analyseren. Dit kan relatief eenvoudig vanaf 2012 via de zogenaamde Klantenbestanden van het CBS (CBS, 2016).

De methodiek is getest door elk afzonderlijk kantoor binnen de SPSS populatie, waar de methodiek zelf uit voort is gekomen, van een indicatieve intensiteit te voorzien. De zo berekende gemiddelde intensiteit per bouwjaar/label- en grootteklasse lag dicht bij de gemiddelde gemeten intensiteit, waarmee de methodiek als accuraat wordt beschouwd.

7 Besparingspotentieel op basis van indicatieve en werkelijke intensiteiten

7.1 Inleiding

Het primaire doel van benchmarkdata is je eigen verbruik te vergelijken met situaties die vergelijkbaar zijn. Omdat in Nederland het gemeten verbruik niet publiek toegankelijk is, wordt benchmarkdata voor onderzoeksdoeleinden ook gebruikt om een indicatief verbruik te bepalen voor grotere kantorenpopulaties; denk aan het VESTA MAIS model (PBL, 2019), maar ook aan de Nationale Energieverkenning (ECN, 2017) waarbinnen de utiliteitssector met een apart model wordt doorgerekend. Vaak wordt er vervolgens gekeken naar een besparingspotentieel bij bijvoorbeeld een bepaalde labelsprong. Denk aan de verplichting voor kantoren om in 2023 minimaal het niveau van label C te hebben bereikt of label A in 2030 ([rijksoverheid, 2016](#)).

In principe gaat deze berekening goed. De aanname is dan echter wel dat ieder kantoor op het niveau van 'de gemiddelde situatie' binnen haar eigen bouwjaar/label- en grootteklasse presteert. Een indicatief verbruik komt immers voort uit deze gemiddelde waarden. In werkelijkheid hebben we echter te maken met een grote spreiding. Buiten de bezettingsgraad om, kan vanwege technische- en gedragsinvloeden een kantoor minder, of juist meer verbruiken dan gemiddeld. In paragraaf 2.2 is voor de gelabelde voorraad gebleken dat bouwjaarklassen voorkomen binnen iedere labelklassen en visa versa; er zijn dus ook kantoren die minder goed presteren dan op grond van het bouwjaar zou mogen worden verwacht.

Kantoren die (veel) meer verbruiken dan gemiddeld, zijn natuurlijk interessant vanuit het perspectief van een besparingspotentieel. Inmiddels is vanuit diverse onderzoeken bekend dat vaak de klimaatinstallatie niet optimaal is ingeregeld. Als voorbeeld; volgens (Menkveld, 2016) blijkt uit onderzoek dat het energiegebruik in de gebouwde omgeving gemiddeld 25% hoger ligt, dan je op basis van de aanwezige technologie en bedrijfsprocessen mag verwachten. In dezelfde rapportage wordt verwezen naar een onderzoek uit 2003 waaruit blijkt dat met het optimaliseren van de CV instellingen, in utiliteitsgebouwen een gemiddelde besparing van 23% op het gasverbruik kan worden gerealiseerd. Dit, ongeacht de leeftijd van het gebouw of de installatie.

Doordat we nu ook toegang hebben tot het *werkelijk* (gemeten) verbruik, kunnen we dit extra potentieel in kaart brengen³⁹. In paragraaf 7.3 wordt dit gedaan voor de niet-gelabelde voorraad, nadat eerst het probleem visueel inzichtelijk is gemaakt. Paragraaf 7.4 doet dit voor de gelabelde voorraad. In paragraaf 7.5 worden de resultaten van deze twee samengevoegd. Paragraaf 7.6 sluit af met een samenvatting. Paragraaf 7.2 licht echter eerst de toegepaste methode toe.

³⁹ Overigens wordt er in de NEV, via een andere route, rekening gehouden met dit extra potentieel.

7.2 De toegepaste methode

De *niet-gelabelde* voorraad:

Er wordt een besparingspotentieel bepaald voor een renovatie naar een minimale label-eis. Als voorbeeld gaan hier uit van een minimale label-C eis. Vanuit het perspectief van *indicatieve* intensiteiten, is er (voor kantoren binnen dezelfde grootteklasse) een vaste verhouding tussen bouwjaar- en labelklasse. Deze is al getoond in Tabel 19 in paragraaf 4.6.2; de bouwjaarklasse [1977 - 1988] heeft op grond van de gasintensiteit, en gecorrigeerd voor de gemiddelde bezettingsgraad⁴⁰, *gemiddeld* gezien ongeveer dezelfde energetische kwaliteit als energielabel C. Eerst wordt er gekeken naar de verandering in de gasintensiteit. Uitgaande van indicatieve intensiteiten, zal de renovatiestap *altijd* plaatsvinden, wanneer het kantoor vanuit een 'slechtere' startsituatie komt. Hieruit volgt een indicatief besparingspotentieel op het gasverbruik.

De indicatieve gasintensiteit wordt vervangen door de werkelijke gasintensiteit. Nu heeft het geen zin om kantoren die al beter presteren dan label C, te renoveren naar dit label. De reden dat een kantoor al beter presteert, dus minder verbruikt, kan diverse redenen hebben. Wanneer we de bezettingsgraad buiten beschouwing laten, kan de reden zijn dat het kantoor al gerenoveerd is, of dat het eenvoudigweg beter presteert dan gemiddeld vanwege een goed ingeregelde klimaatinstallatie en bewuste werknemers⁴¹. Tegenovergestelde situaties leiden ertoe dat een kantoor juist *meer* gas verbruikt dan gemiddeld, wat een goede reden is om (1) het kantoor eerst naar het gemiddelde verbruiksniveau te brengen binnen de eigen bouwjaarklasse, en dan, wanneer nog steeds van toepassing, door te renoveren naar label C. Dit resulteert in een besparingspotentieel op basis van werkelijke intensiteiten; in dit hoofdstuk verkort tot 'werkelijk besparingspotentieel'.

Vervolgens wordt er naar het elektriciteitsverbruik gekeken. Vanuit werkelijke intensiteiten bezien is de situatie nu complexer. Als een kantoor nu meer verbruikt dan gemiddeld, kan dit twee *tegengestelde* redenen hebben. Of het kantoor doet het 'relatief slecht' binnen de eigen bouwjaarklasse, of het kantoor is al gerenoveerd en verbruikt meer omdat het hierdoor ook is gemoderniseerd. Uit een meerverbruik is dus niet af te leiden of het kantoor in aanmerking komt voor renovatie. Met deze reden gaan we uit van de situatie bij het gasverbruik; wanneer een kantoor voor gas is gerenoveerd naar een bepaalde labelklasse, volgt het elektriciteitsverbruik dezelfde renovatiestap. Dit kan betekenen dat het elektriciteitsverbruik afneemt (een verbetering van de relatief slechte uitgangssituatie), of toeneemt (het netto effect van de vorige, in combinatie met modernisering).

⁴⁰ De bezettingsgraad van de gelabelde voorraad ligt gemiddeld gezien hoger dan de niet-gelabelde voorraad. Voor een eerlijk vergelijk zijn bezettingsgraden voor de niet-gelabelde voorraad rekenkundig gelijk gehouden, op het moment dat er renovatie plaatsvindt naar bijv. label C. Interessant om te beseffen is dat dit niet overeenkomt met de praktijk. Wanneer de gehele niet-gelabelde voorraad doorschuift naar de gelabelde voorraad, is er theoretisch gezien minder kantooroppervlak nodig, vanwege de hogere bezettingsgraad en een lagere (gedeeltelijke) leegstand. Dit zou theoretisch een additionele energiebesparing opleveren, die nu wordt genegeerd.

⁴¹ In deze laatste situatie zou het kantoor ook mogen renoveren naar een beter label, om het daar vervolgens ook beter te blijven doen dan gemiddeld; deze renovatiestap missen we binnen de methodiek.

De *gelabelde voorraad* volgt een identieke strategie, waarbij een bouwjaarklasse in bovenstaande uitleg wordt vervangen door de originele labelklasse. De reden dat een kantoor al beter presteert dan gemiddeld binnen eenzelfde labelklasse komt nu 'enkel' door een goed ingeregelde klimaatinstallatie en bewuste werknemers.

Interessant om te beseffen is het volgende:

- Door eerst de kantoren die het slecht doen zodanig te optimaliseren dat ze het gemiddelde niveau binnen hun eigen bouwjaar- of labelklasse bereiken, zal ditzelfde gemiddelde meebewegen naar lagere intensiteiten. Dit resulteert opnieuw in een optimalisatie-besparingspotentieel.
- Wanneer kantoren daarna renoveren naar een minimale label-eis, worden ze van een indicatieve, dus *gemiddelde* intensiteit voorzien. Namelijk, de intensiteit die in dit onderzoek over verbruikshaar 2016 is gevonden. Hieromheen ligt echter nog steeds een spreiding, dus wederom een besparingspotentieel.
- Beide zojuist genoemd aspecten vertegenwoordigen de in het vorige hoofdstuk geïntroduceerde correctiefactor [J] binnen de benchmarkmethodiek.

Tabel 22 toont de grootte van de voorraad die meedoet met deze analyse (waarvoor geldt dat zowel het gas- als elektriciteitsverbruik door het CBS is gevalideerd, zie Bijlage A.8)

Tabel 22 SPSS kantorenavoorraad die in dit hoofdstuk wordt geanalyseerd, enkel gasketels

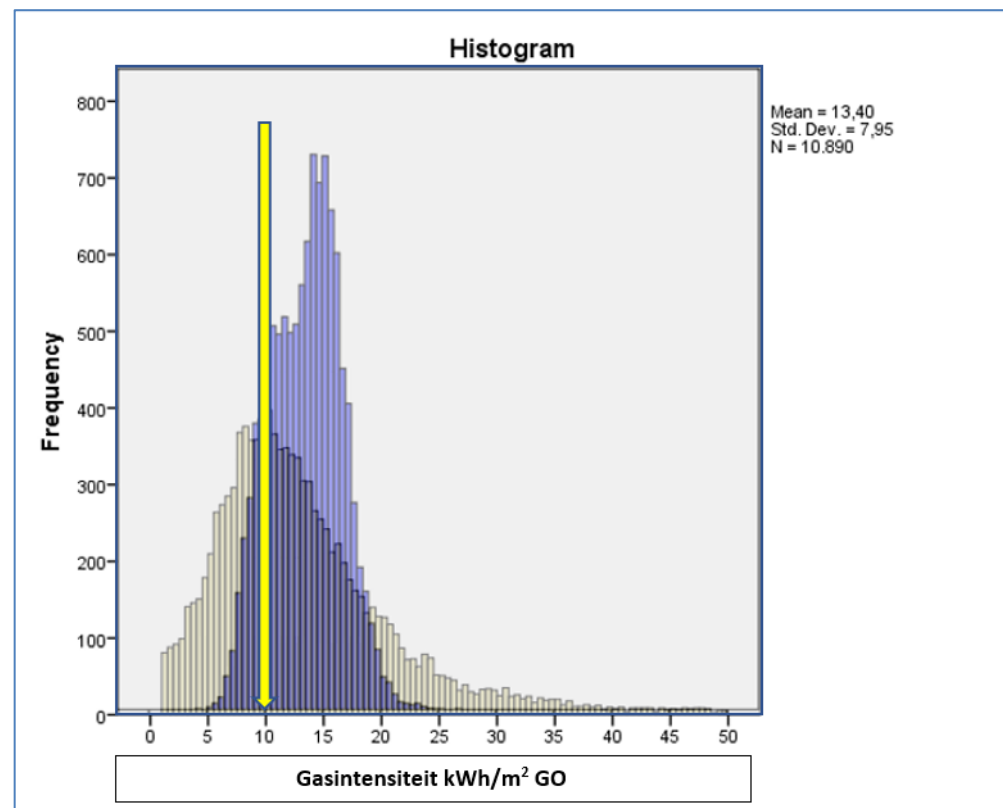
	Aantal kantoren	Totaal oppervlak m2 GO	Gemiddelde grootte m2 GO	Ongewogen gemiddelde gas-intensiteit m3/m2 GO	Ongewogen gemiddelde elek-intensiteit kWh/m2	Gewogen gemiddelde gas-intensiteit m3/m2 GO	Gewogen gemiddelde elek-intensiteit kWh/m2 GO
Niet gelabelde voorraad	10.123	7.223.565	714	13,3	51,6	10,9	60,3
Gelabeld	1.648	3.770.853	2.288	11,3	64,6	9,6	77,7
Totale voorraad	11.771	10.994.418	934	13,0	53,4	10,5	66,3
% gelabeld van niet-gelabeld	16%	52%	321%	85%	125%	88%	129%
% gelabeld van Totaal	14%	34%	245%	87%	121%	92%	117%

In dit hoofdstuk lopen de begrippen 'intensiteit' en 'verbruik' door elkaar heen. Een verbruik wordt eenvoudigweg bepaald door de intensiteit met de grootte van het kantoor te vermenigvuldigen. Zowel intensiteiten als verbruiken kunnen met elkaar onderling vergeleken worden, om te bepalen of er gerenoveerd gaat worden.

7.3 Niet-gelabelde voorraad besparingspotentieel

7.3.1 Niet-gelabelde voorraad besparingspotentieel gasverbruik

Figuur 75 tracht het probleem visueel toe te lichten. De groene histogram toont de gemeten gasintensiteiten voor de niet-gelabelde voorraad (gelijk aan Figuur 18, maar dan voor enkel de niet-gelabelde voorraad). De blauwe histogram die hier overheen ligt, toont de indicatieve waarden die zijn bepaald. Het gemiddelde komt voor beide populaties mooi overeen (zoals in Tabel 20 was weergegeven), maar de spreiding is duidelijk anders. Een indicatieve intensiteit is immers voortgekomen op grond van gemiddelden van de werkelijke intensiteiten binnen een bouwjaar/grootteklasse. Hierdoor mist per definitie de spreiding binnen deze subgroepen, dus de koplopers en achterblijvers die het om wat voor reden dan ook relatief goed/slecht doen. Dit zijn de percentielen in de benchmarkdata.

Figuur 75 Histogram werkelijke en indicatieve gas-intensiteit niet-gelabeld kantoren.

Stel nu dat er een besparingspotentieel berekend gaat worden voor een renovatieslag naar het niveau van de gele pijl. Dit zou bijvoorbeeld label C kunnen zijn⁴². Alle groene staven *links* van deze pijl vertegenwoordigen de kantoren die al minder verbruiken dan dit niveau.. Dit zijn er duidelijk meer dan op grond van het indicatief verbruik wordt ingeschat. Omgekeerd geldt; in werkelijkheid komen veel *minder* kantoren in aanmerking voor een renovatie (groen *rechts* van de gele pijl), dan op grond van het indicatief verbruik wordt ingeschat (blauw *rechts* van de pijl). Dit wijst in eerste instantie op een kleiner werkelijk besparingspotentieel. Echter, de lange groene staart rechts geeft aan dat er in werkelijkheid juist meer kantoren zijn waarbij de werkelijke besparing *per individueel kantoor* richting de gele pijl juist veel *hoger* ligt. Overigens heeft dit laatste ook effect op de kosteneffectiviteit, die helemaal rechts in het groene deel beduidend gunstiger zal uitpakken in vergelijking tot de kantoren in het uiterste rechtste deel van de blauwe histogram.

Het is lastig zo in te zien wat het gecombineerde effect hiervan zal zijn op een werkelijk versus indicatief besparingspotentieel. Daarom hebben we dit geanalyseerd, waarbij we enkel de belangrijkste observaties delen.

⁴² Alhoewel er dan sprake is van diverse gele pijlen, behorende bij diverse grootteklassen; binnen eenzelfde bouwjaarklasse verbruikt een kleiner kantoor, vanwege een ongunstige verhouding schil t.o.v. de te verwarmen inhoud, immers nu eenmaal meer dan een groter kantoor, ook al zijn ze identiek qua energetische kwaliteit.

Tabel 23 Het deel van de niet-gelabelde voorraad dat wordt gerenoveerd naar een energielabel, op basis van werkelijk en indicatief verbruik.

Renoveren naar energielabel:	A	B	C	D	E	F	G
% van de voorraad dat werkelijk gerenoveerd wordt:	57%	50%	44%	42%	38%	33%	29%
% van de voorraad dat indicatief gerenoveerd wordt:	80%	70%	61%	56%	55%	47%	1%
Vershil in %-punt werkelijk minus indicatief:	-23%	-20%	-17%	-13%	-17%	-14%	27%

Tabel 23 geeft aan welk deel van de niet-gelabelde voorraad functioneel naar een energielabel wordt gerenoveerd, op basis van de werkelijke- en indicatieve intensiteit. De toevoeging 'functioneel' betekent dat de gasintensiteit moet afnemen. Als voorbeeld; op basis van het werkelijk verbruik renoveert 44% van de voorraad functioneel naar energielabel C. Dit percentage neemt toe richting de betere labels. Zoals voorspelt met Figuur 76 zijn er voor elke label-eis meer kantoren die op basis van een indicatief verbruik renoveren. Een uitzondering hierop is label-G. Gevoelsmatig is het logisch dat niet-gelabelde kantoren niet naar energielabel G kunnen renoveren, zoals ook blijkt uit de analyse op grond van een indicatief verbruik (bij slechts 1% gebeurd wat). In werkelijkheid 'renoveert' er maar liefst 30%. Dit zijn eenvoudigweg de niet-gelabelde oudste kantoren, die erg slecht presteren. Zo slecht, dat ze meer gas verbruiken dan het gemiddelde niveau van de G-gelabelde kantoren. Een technische reden kan zijn dat kantoren vaak nog slechter geïsoleerd zijn dan G-gelabelde kantoren, en/of dat de klimaatinstallatie van deze kantoren vaker niet goed is ingeregeld. Noot dat 46% van de niet-gelabelde voorraad gebouwd is vóór 1966 (Tabel 4 toont dit voor de gehele voorraad). Dit percentage ligt met 22% een stuk lager bij de gelabelde voorraad (zie Tabel 6).

Tabel 24 toont de gerelateerd procentuele gasbesparing, in eerste instantie op basis van het *indicatieve* verbruik. Van rechts naar links neemt de besparing logischerwijs toe (van geel naar groen). Als voorbeeld: de 61% kantoren uit Tabel 23 die label C renoveren, levert in totaal 6% gasbesparing op. Wordt minimaal naar label A gerenoveerd, dan neemt dit toe tot 18%. De tabel doet volkomen logisch aan; de meeste gasbesparing wordt gerealiseerd bij de oudste bouwjaarklassen. Bovendien is er geen sprake van een besparing, daar waar een bouwjaarklasse gemiddeld al de energetische kwaliteit van een labelklasse heeft bereikt (zie ook paragraaf 3.6.2, en dan met name Tabel 15).

Tabel 24 Aan Tabel 23 gerelateerd procentuele indicatieve gasbesparing ten opzichte van het indicatief verbruik niet-gelabelde voorraad

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1997 tot en met 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1989 tot en met 1996 (\approx B)	10%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
1977 tot en met 1988 (\approx C/D)	16%	6%	0%	0%	0%	0%	0%
1967 tot en met 1976 (\approx E)	22%	14%	8%	5%	1%	0%	0%
1922 tot en met 1966 (\approx F)	30%	22%	16%	14%	10%	4%	0%
tot en met 1921 (\approx G)	28%	21%	15%	13%	9%	3%	0%
Totaal	18%	11%	7%	6%	4%	1%	0%

Tabel 25 toont hetzelfde, maar nu ten opzichte van het *werkelijk* gasverbruik. Het blijkt dat, ondanks dat er meer kantoren op basis van een indicatief verbruik renoveren, het besparingspotentieel op grond van het werkelijk verbruik een stuk hoger ligt. Van rechts naar links neemt de besparing logischerwijs toe (van geel naar groen). De label-C eis levert nu een gasbesparing op van 21%, dat maar liefst 14 procentpunt hoger ligt. Naast het besparingspotentieel vanwege de renovatie zelf, omvat dit nu echter ook de optimalisatie om het 'gemiddeld kwaliteitsniveau' van label-C te bereiken. De cellen die in Tabel 24 de waarde '0' hadden, en nu niet gekleurd zijn, renoveren niet allen. Dit zal een mix zijn van daadwerkelijke renovaties, en/of van situaties waarbij enkel een optimalisatie plaatsvindt naar het niveau van het label waaronder ze zijn geplaatst. In herinnering wordt geroepen dat extern onderzoek uitwees dat het optimaliseren van de CV instellingen een gemiddelde besparing van 23% op het gasverbruik kan opleveren.

Aanbeveling: de lezer kan zich afvragen hoe deze besparingspercentages voor label-C zich verhouden tot inschattingen, o.a. gedaan in (Arnoldussen, Zwet, Koning, & Menkveld, 2016), in het eerder genoemde Vesta MAIS model en in de NEV. Dit is een interessante vraag maar tegelijkertijd een lastige om te beantwoorden, aangezien de percentages om diverse redenen niet direct met elkaar vergelijkbaar zijn. Zo omvat de NEV de gehele utiliteitsbouw en houdt rekening met een tijdsperiode waarbinnen de renovaties zullen plaatsvinden. Ook wordt er onderscheid gemaakt naar wat er regulier al gebeurt, wat er zal gebeuren onder de vlag van de Wet Milieubeheer, en wat een verplichting richting label C additioneel oplevert. Een optimalisatie van de klimaatinstallatie is een aparte post die wordt meegenomen. Dit vergelijk verdient meer onderzoek waarbij wellicht de hier getoonde resultaten inschattingen in theoretische modellen dichter bij een realistisch besparingspotentieel kunnen brengen. De hier uitgevoerde analyse op basis van werkelijke intensiteiten kan hiervoor worden opgesplitst in twee deelstappen; eerst de optimalisatie-, gevolgd door de renovatiestap.

Tabel 25 Aan Tabel 23 gerelateerd procentuele realistische gasbesparing ten opzichte van het werkelijk verbruik niet-gelabelde voorraad

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (\approx A)	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0%
1997 tot en met 2010 (\approx A)	18%	14%	12%	11%	9%	8%	6%
1989 tot en met 1996 (\approx B)	25%	20%	17%	16%	15%	13%	10%
1977 tot en met 1988 (\approx C/D)	28%	22%	19%	18%	16%	13%	10%
1967 tot en met 1976 (\approx E)	40%	34%	31%	29%	27%	25%	21%
1922 tot en met 1966 (\approx F)	33%	29%	25%	24%	22%	19%	16%
tot en met 1921 (\approx G)	33%	29%	25%	24%	22%	19%	16%
Totaal	29%	24%	21%	20%	18%	16%	13%
Vershil in %-punt werkelijk minus indicatief (= optimaliseren)	11%	13%	14%	14%	14%	14%	13%

Er is een relatief eenvoudige strategie, of eigenlijk 'rekenkundige truc', om toch het werkelijk besparingspotentieel van Tabel 25 te benaderen, uitgaande van de indicatieve intensiteiten achter Tabel 24. Het totaal (2016) indicatief gasverbruik wordt goed berekend met de benchmark, zoals weergegeven in Tabel 26. Dit is op zich logisch gezien het feit dat de benchmarktest met indicatieve intensiteiten in paragraaf 6.6 positief verliep. Die benchmarktest was echter op het niveau van 4 bouwjaarklassen, terwijl we hier naar 7 bouwjaarklassen kijken. Ook wordt er nu vermenigvuldigd met de grootte van een kantoor om het jaarverbruik te verkrijgen, waarmee afwijkingen binnen veel voorkomende kantoren kunnen worden uitvergroot of juist uitgedoofd.

Er zijn twee afwijkingen indicatief versus werkelijk in de tabel te constateren:

- Het indicatief jaarverbruik van de bouwjaarklasse vanaf 2010 wordt met 65 procentpunt flink overschat (3^{de} kolom). Gelukkig is deze klasse minder belangrijk voor een besparingspotentieel. Deze kantoren zijn al relatief energiezuinig, en zijn maar voor een klein deel van het totaal gasverbruik verantwoordelijk (kolommen 1 en 2).
- Het indicatief jaarverbruik van bouwjaarklasse [1967-1976] wordt 10 procentpunt onderschat. Hiermee maakt het 1 procentpunt minder uit van het indicatief totaal verbruik in vergelijking tot het werkelijk totaal verbruik (vergelijk kolom 2 met 1).

Tabel 26 Vergelijk jaarlijks gasverbruik niet-gelabelde voorraad op basis van werkelijke en indicatieve gasintensiteiten

	1	2	3
Bouwjaarklasse	werkelijk jaarverbruik als % van werkelijk totaal	indicatief jaarverbruik als % van indicatief totaal	indicatief jaarverbruik als % van werkelijk jaarverbruik
vanaf 2010 (≈A)	0,8%	1,3%	165%
1997 tot en met 2010 (≈A)	17%	18%	104%
1989 tot en met 1996 (≈B)	14%	14%	100%
1977 tot en met 1988 (≈C/D)	16%	16%	99%
1967 tot en met 1976 (≈E)	11%	10%	90%
1922 tot en met 1966 (≈F)	17%	17%	103%
tot en met 1921 (≈G)	24%	24%	100%
Totaal	100%	100%	100%

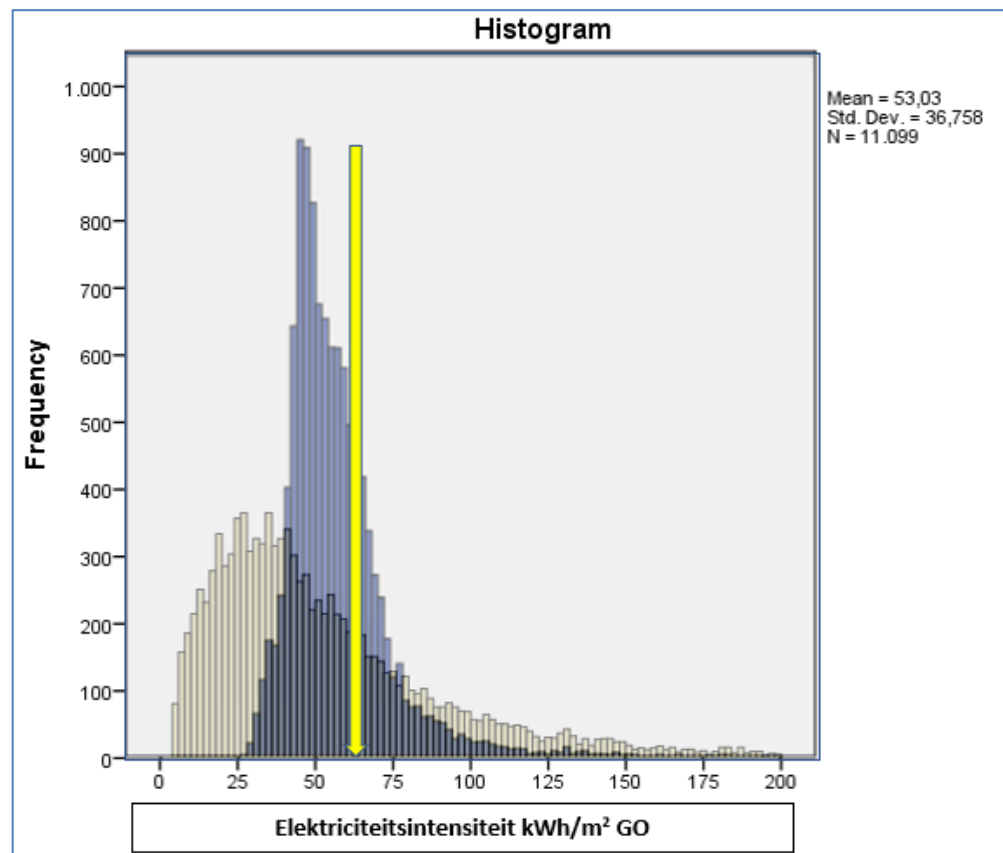
Door nu de werkelijke besparing achter Tabel 25 te delen door het indicatieve verbruik achter Tabel 26, krijgen we een 'gecorrigeerd besparingspercentage' dat dient om de werkelijke gasbesparing zo veel mogelijk te benaderen, wanneer aan het begin van het proces uitgegaan wordt van indicatieve gasintensiteiten. Op deze wijze wordt ook direct gecorrigeerd voor de afwijking die in Tabel 26 was gevonden. De percentages worden getoond in Tabel 27. Ze zijn vrijwel identiek aan de werkelijke besparingspercentages in Tabel 25.

Tabel 27 'Gecorrigeerde besparingspercentages' om gecombineerd te worden met indicatieve gasintensiteiten.

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (≈A)	0,7%	0,5%	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
1997 tot en met 2010 (≈A)	17,0%	13,2%	11,2%	10,3%	9,1%	7,6%	6,0%
1989 tot en met 1996 (≈B)	24,9%	20,1%	17,4%	16,2%	14,6%	12,6%	10,4%
1977 tot en met 1988 (≈C/D)	28,2%	22,5%	19,3%	17,9%	16,0%	13,5%	10,5%
1967 tot en met 1976 (≈E)	43,8%	37,8%	34,3%	32,6%	30,4%	27,6%	23,7%
1922 tot en met 1966 (≈F)	32,4%	27,7%	24,4%	23,0%	20,9%	18,2%	15,2%
tot en met 1921 (≈G)	33,6%	28,8%	25,2%	23,8%	21,6%	18,7%	15,8%
Totaal	28,9%	24,1%	21,1%	19,8%	18,0%	15,6%	12,9%

7.3.2 Niet-gelabelde voorraad besparingspotentieel elektriciteitsverbruik

De vorige paragraaf herhalen we voor het elektriciteitsverbruik. Figuur 76 toont de histogrammen voor de werkelijke- en indicatieve elektriciteitsintensiteiten. In vergelijking tot de gasintensiteiten (Figuur 75) lijken de twee situatie nog verder van elkaar af te wijken. De situatie is nu omgekeerd, bij een renovatie zal in principe het deel links van de gele pijl naar rechts opschuiven omdat er 'gemoderniseerd' wordt. Tegelijkertijd kan er naar links opgeschoven worden, wanneer een kantoor het 'slechter' doet dan gemiddeld. Het netto resultaat van deze twee bewegingen wordt in deze paragraaf bepaald. Vanwege de methodiek die we volgen (beschreven in paragraaf 7.1), bepaalt de gasintensiteit of er gerenoveerd/gemoderniseerd gaat worden.

Figuur 76 Histogram werkelijke en indicatieve elektriciteitsintensiteit, niet-gelabeld kantoren.

Vanwege de methodiek zijn het dezelfde kantoren als in Tabel 23 die een verandering ondergaan in elektriciteitsverbruik. Tabel 28 toont het procentuele meerverbruik, ten opzichte van het *indicatieve* verbruik. Vanwege het uitgangspunt van de gemiddelde intensiteiten, is er nu enkel sprake van modernisering en dus een meerverbruik ten opzichte van de uitgangssituatie. Dit meerverbruik neemt van de slechtere naar de betere labels toe (van groen naar geel). De tabel doet volkomen logisch aan; het meeste meerverbruik vindt plaats bij een modernisering naar de betere labels. Waar geen renovatie in de vorige paragraaf heeft plaatsgevonden, is dit nu ook niet het geval.

Tabel 28 Aan Tabel 23 gerelateerd indicatieve procentuele elektriciteitsbesparing ten opzichte van het indicatief verbruik niet-gelabelde voorraad. Een negatieve waarde geeft aan dat er sprake is van een meerverbruik.

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1997 tot en met 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1989 tot en met 1996 (\approx B)	-19%	-7%	0%	0%	0%	0%	0%
1977 tot en met 1988 (\approx C/D)	-30%	-18%	0%	0%	0%	0%	0%
1967 tot en met 1976 (\approx E)	-35%	-22%	-15%	-6%	-2%	0%	0%
1922 tot en met 1966 (\approx F)	-33%	-21%	-14%	-8%	-4%	-2%	0%
tot en met 1921 (\approx G)	-42%	-29%	-21%	-16%	-12%	-9%	0%
Totaal	-22%	-13%	-6%	-4%	-2%	-1%	0%

Tabel 29 toont hetzelfde, maar nu op grond van het *werkelijk* elektriciteitsverbruik. De situatie is nu complexer. Vanwege een optimalisatie zijn de waarden in de gekleurde cellen minder negatief, en naar de slechtere labels toe zelfs positief. Daar waar niets gebeurde op basis van indicatieve intensiteiten, vindt nu een combinatie plaats van enkele renovaties, maar vooral van vele optimalisaties, waardoor hier netto gezien een besparing wordt gerealiseerd. In plaats dat er een indicatief meerverbruik is van 6% voor een label-C eis, is er nu een werkelijke besparing van 2% op het totaal elektriciteitsverbruik.

Tabel 29 Aan Tabel 23 gerelateerd realistische procentuele gasbesparing ten opzichte van het werkelijk verbruik niet-gelabelde voorraad

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
07_vanaf 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
06_1997 tot en met 2010 (\approx A)	4%	7%	7%	9%	8%	8%	5%
05_1989 tot en met 1996 (\approx B)	-1%	5%	7%	9%	10%	10%	8%
04_1977 tot en met 1988 (\approx C/D)	-11%	-1%	3%	6%	7%	8%	8%
03_1967 tot en met 1976 (\approx E)	-16%	-3%	4%	9%	11%	8%	7%
02_1922 tot en met 1966 (\approx F)	-18%	-8%	-2%	2%	4%	7%	6%
01_tot en met 1921 (\approx G)	-30%	-17%	-10%	-6%	-2%	0%	0%
Totaal	-9%	-1%	2%	5%	7%	7%	6%
Verskil in %-punt werkelijk minus indicatief (= optimaliseren)	13%	12%	8%	9%	9%	8%	6%

Dezelfde eenvoudige strategie om hier mee om te gaan als uitgewerkt in de vorige paragraaf, wordt ook hier toegepast. Het totaal indicatief (2016) jaarverbruik elektriciteitsverbruik wordt goed berekend met de benchmark, zoals weergegeven in Tabel 30. De match is nog wat beter dan voor het gasverbruik in de vorige paragraaf.

Tabel 30 Vergelijk jaarlijks elektriciteitsverbruik niet-gelabelde voorraad op basis van werkelijke en indicatieve gasintensiteiten

	1	2	3
Bouwjaarklasse	werkelijk jaarverbruik als % van werkelijk totaal	indicatief jaarverbruik als % van indicatief totaal	indicatief jaarverbruik als % van werkelijk jaarverbruik
vanaf 2010 (≈A)	3,3%	3,5%	106%
1997 tot en met 2010 (≈A)	27%	27%	101%
1989 tot en met 1996 (≈B)	16%	16%	106%
1977 tot en met 1988 (≈C/D)	18%	17%	96%
1967 tot en met 1976 (≈E)	11%	10%	96%
1922 tot en met 1966 (≈F)	12%	12%	99%
tot en met 1921 (≈G)	14%	14%	106%
Totaal	100%	100%	101%

De 'gecorrigeerde besparingspercentages' die volgen, worden getoond in Tabel 31.

Tabel 31 'Gecorrigeerde besparingspercentages' om gecombineerd te worden met indicatieve elektriciteitsintensiteiten.

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (≈A)	0,1%	0,3%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%
1997 tot en met 2010 (≈A)	4,3%	7,1%	7,4%	8,6%	8,3%	7,5%	5,4%
1989 tot en met 1996 (≈B)	-1,2%	4,6%	6,6%	8,6%	9,4%	9,0%	7,7%
1977 tot en met 1988 (≈C/D)	-11,6%	-1,2%	3,1%	6,3%	7,7%	8,7%	8,7%
1967 tot en met 1976 (≈E)	-16,7%	-3,2%	3,7%	9,9%	11,6%	8,1%	7,0%
1922 tot en met 1966 (≈F)	-18,0%	-8,4%	-2,3%	1,9%	4,4%	6,7%	6,4%
tot en met 1921 (≈G)	-28,2%	-16,2%	-9,1%	-6,0%	-2,2%	0,1%	0,0%
Totaal	-8,9%	-1,2%	2,4%	5,2%	6,4%	6,6%	5,7%

Vanwege de elektrificering in Nederland, zullen gebouwen in de toekomst waarschijnlijk gebenchmarkt worden op een totaal verbruik. In Bijlage F wordt het gas- en elektriciteitsverbruik van deze en de vorige paragraaf daarom samengevoegd tot een totaal verbruik, uitgedrukt in kWh/jaar. Het aandeel gasverbruik binnen het totaalverbruik is 64%.

7.4 Gelabelde voorraad besparingspotentieel

Op dezelfde wijze als bij de niet-gelabelde voorraad, renoveren we in deze paragraaf de gelabelde voorraad naar een beter energielabel. Iets meer dan 14% van de totale SPSS kantorenpopulatie is gelabeld (zie Tabel 22). Omdat gelabelde kantoren gemiddeld gezien ruim drie maal groter zijn dan niet-gelabelde kantoren, neemt de gelabelde voorraad ruim 34% van het totaal oppervlak in. De gemiddelde gas-intensiteit ligt lager ten opzichte van niet-gelabeld, de gemiddelde elektriciteitsintensiteit juist hoger. In onderstaande paragrafen volgen vergelijkbare tabellen als in voorgaande paragrafen voor de niet-gelabelde voorraad, echter nu met een minder uitgebreide toelichting. Wel worden de percentages en verschillen voor een minimale eis naar label-C verwoord.

7.4.1 Gelabelde voorraad besparingspotentieel gasverbruik

Tabel 32 Het deel van de gelabelde voorraad dat wordt gerenoveerd naar een beter energielabel, op basis van werkelijk en indicatief verbruik.

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
% van de voorraad dat werkelijk gerenoveerd wordt:	56%	46%	40%	38%	34%	30%	24%
% van de voorraad dat indicatief gerenoveerd wordt:	84%	74%	58%	43%	31%	23%	0%
Vershil in %-punt werkelijk minus indicatief:	-28%	-28%	-18%	-5%	3%	7%	24%

Tabel 32 geeft aan welk deel van de gelabelde voorraad functioneel naar een energielabel wordt gerenoveerd, op basis van de werkelijke- en indicatieve intensiteit. Op basis van het werkelijk verbruik renoveert 40% van de gelabelde voorraad naar energielabel C. Volgens de indicatieve benadering is dit met 58% wat meer.

Tabel 33 Aan Tabel 32 gerelateerd indicatieve procentuele gasbesparing ten opzichte van het indicatief verbruik gelabelde voorraad

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
C	18%	7%	0%	0%	0%	0%	0%
D	22%	10%	4%	0%	0%	0%	0%
E	26%	15%	8%	5%	0%	0%	0%
F	29%	19%	14%	10%	6%	0%	0%
G	37%	28%	23%	20%	16%	10%	0%
Totaal	22%	12%	8%	6%	4%	2,1%	0%

Tabel 33 toont de gerelateerd procentuele gasbesparing, in eerste instantie ten opzichte van het *indicatieve* verbruik van de originele gelabelde voorraad. De 58% kantoren uit Tabel 32 die naar label C renoveren, leveren in totaal 6% gasbesparing op. Vanuit indicatieve kentallen is er geen sprake van een renovatie wanneer al aan de minimale labeleis voldaan is.

Tabel 34 toont hetzelfde, maar nu ten opzichte van het *werkelijk* gasverbruik. Het blijkt opnieuw dat, ondanks dat er minder kantoren ten opzichte van indicatief renoveren, het besparingspotentieel een stuk hoger ligt. De label-C eis levert nu een gasbesparing op van 19%.

Tabel 34 Aan Tabel 32 gerelateerd realistische procentuele gasbesparing ten opzichte van het werkelijk verbruik gelabelde voorraad

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	22%	18%	16%	15%	14%	12%	9%
B	18%	13%	11%	10%	9%	7%	6%
C	28%	21%	18%	17%	15%	13%	10%
D	26%	19%	16%	14%	13%	11%	8%
E	26%	19%	15%	13%	11%	9%	5%
F	35%	29%	25%	23%	21%	18%	14%
G	37%	30%	26%	24%	22%	18%	14%
Totaal	28%	22%	19%	17%	15%	13%	10%
Vershil in %-punt werkelijk minus indicatief	7%	9%	11%	11%	11%	11%	10%

Het totaal indicatief gasverbruik per jaar wordt goed berekend met de indicatieve kentallen, zoals weergegeven in Tabel 35. Het indicatief jaarverbruik van origineel labelklasse B wordt echter met 12% overschat.

Tabel 35 Vergelijk jaarlijks gasverbruik gelabelde voorraad op basis van werkelijke en indicatieve gasintensiteiten

	1	2	3
Originele labelklasse	werkelijk jaarverbruik als % van werkelijk totaal	indicatief jaarverbruik als % van indicatief totaal	indicatief jaarverbruik als % van werkelijk jaarverbruik
A	16%	16%	103%
B	10%	11%	112%
C	16%	16%	99%
D	15%	15%	103%
E	12%	12%	107%
F	10%	9%	100%
G	21%	21%	105%
Totaal	100%	100%	104%

Door nu de realistische besparing achter Tabel 32 te delen door het indicatieve verbruik achter Tabel 33, krijgen we een 'gecorrigeerd besparingspercentage' dat dient om de realistische gasbesparing zo veel mogelijk te benaderen, wanneer aan het begin van het proces uitgegaan wordt van indicatieve gasintensiteiten. Op deze wijze wordt ook direct gecorrigeerd voor de afwijking die in Tabel 35 was gevonden. De percentages worden getoond in Tabel 36. Ze zijn vrijwel identiek aan de realistische besparingspercentages in Tabel 34.

Tabel 36 'Gecorrigeerde besparingspercentages' om gecombineerd te worden met indicatieve elektriciteitsintensiteiten.

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	21,6%	17,4%	15,5%	14,4%	13,2%	11,6%	9,0%
B	16,2%	11,5%	9,6%	8,7%	7,7%	6,4%	5,0%
C	28,1%	21,8%	18,7%	17,1%	15,3%	13,0%	9,9%
D	24,8%	18,4%	15,3%	13,9%	12,2%	10,3%	7,5%
E	24,8%	17,8%	14,1%	12,3%	10,4%	8,0%	5,1%
F	35,3%	28,6%	25,2%	23,3%	21,2%	18,3%	13,8%
G	35,5%	28,6%	24,9%	22,9%	20,6%	17,6%	13,6%
Totaal	27,2%	21,1%	18,1%	16,5%	14,8%	12,5%	9,4%

7.4.2 Gelabelde voorraad besparingspotentieel elektriciteitsverbruik

De vorige paragraaf herhalen we voor het elektriciteitsverbruik. Vanwege de methodiek zijn het dezelfde kantoren als in Tabel 32 die een verandering ondergaan in elektriciteitsverbruik. Tabel 37 toont het procentuele meerverbruik, ten opzichte van het *indicatieve* verbruik van de originele gelabelde voorraad. Tabel 38 toont hetzelfde, maar nu op grond van het *werkelijk* elektriciteitsverbruik. De label-C eis levert nu een elektriciteitsbesparing op van 3% in plaats van een meerverbruik van 6%.

Tabel 37 Aan Tabel 32 gerelateerd procentuele elektriciteitsbesparing ten opzichte van het indicatief verbruik gelabelde voorraad

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B	-13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
C	-18%	-6%	0%	0%	0%	0%	0%
D	-28%	-15%	-9%	0%	0%	0%	0%
E	-36%	-21%	-14%	-4%	0%	0%	0%
F	-32%	-20%	-14%	-5%	-2%	0%	0%
G	-36%	-23%	-16%	-7%	-4%	-1%	0%
Totaal	-20%	-11%	-6%	-2%	-1%	0%	0%

Tabel 38 Aan Tabel 32 gerelateerd procentuele gasbesparing ten opzichte van het werkelijk verbruik gelabelde voorraad

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	3%	6%	6%	7%	7%	7%	6%
B	-2%	4%	6%	5%	5%	4%	4%
C	-6%	2%	5%	6%	7%	7%	7%
D	-10%	0%	2%	5%	6%	6%	6%
E	-24%	-13%	-7%	1%	5%	1%	1%
F	-9%	1%	7%	12%	14%	15%	16%
G	-15%	-4%	0%	7%	9%	11%	11%
Totaal	-8%	0%	3%	6%	7%	7%	7%
Vershil in %-punt werkelijk minus indicatief	13%	11%	9%	8%	8%	8%	7%

Tabel 38 toont het totaal 2016 indicatief en werkelijk elektriciteitsverbruik. Indicatief blijkt nu voor labels F en G wat meer of te wijken.

Tabel 39 Vergelijk jaarlijks elektriciteitsverbruik gelabelde voorraad op basis van werkelijke en indicatieve gasintensiteiten

	1	2	3
Bouwjaarklasse	werkelijk jaarverbruik als % van werkelijk totaal	indicatief jaarverbruik als % van indicatief totaal	indicatief jaarverbruik als % van werkelijk jaarverbruik
A	24%	25%	103%
B	11%	12%	108%
C	16%	16%	95%
D	14%	14%	95%
E	10%	11%	103%
F	8%	7%	84%
G	16%	15%	89%
Totaal	100%	100%	97%

De 'gecorrigeerde besparingspercentages' die volgen, worden getoond in Tabel 40; deze corrigeren ook voor de gevonden afwijkingen in Tabel 39.

Tabel 40 'Gecorrigeerde besparingspercentages' om gecombineerd te worden met indicatieve elektriciteitsintensiteiten.

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	2,6%	5,7%	5,7%	7,2%	7,2%	7,1%	6,2%
B	-1,5%	3,7%	5,4%	4,5%	4,4%	4,1%	3,8%
C	-6,3%	2,4%	5,4%	6,8%	7,7%	7,9%	6,8%
D	-10,5%	-0,5%	1,7%	5,1%	6,3%	6,8%	6,8%
E	-23,6%	-13,1%	-6,4%	1,0%	4,6%	0,6%	1,4%
F	-10,3%	1,1%	8,2%	14,0%	16,1%	18,0%	18,5%
G	-17,1%	-4,1%	0,4%	7,9%	10,6%	12,5%	12,6%
Totaal	-7,7%	0,3%	3,2%	6,4%	7,7%	7,7%	7,4%

Vanwege de elektrificering in Nederland, zullen gebouwen in de toekomst waarschijnlijk gebenchmarkt worden op een totaal verbruik. In Bijlage G wordt het gas- en elektriciteitsverbruik van deze en de vorige paragraaf daarom samengevoegd tot een totaal verbruik, uitgedrukt in kWh/jaar. Het aandeel gasverbruik binnen het totaalverbruik is 55%, dat 9-procentpunt lager ligt in vergelijking tot de niet-gelabelde voorraad.

7.5 Besparingspotentieel voor de totale voorraad

Deze paragraaf toont voor de gehele beschikbare SPSS kantoreenvoorraad, in hoeverre een besparingspotentieel op basis van indicatieve intensiteiten een onderschatting is. Dit betreft dus de gelabelde plus niet-gelabelde voorraad. Hiervoor zijn de resultaten van Bijlagen F en G bij elkaar opgeteld. Tabel 41 toont het verbruik op grond van indicatieve en werkelijke intensiteiten. Voor het gemak zijn de zeven onderscheiden bouwjaar- en labelklassen in volgorde van een afnemende energetische kwaliteit bij elkaar opgeteld. De match is goed.

Tabel 41 Vergelijk jaarlijks totaal energiegebruik gehele SPSS voorraad op basis van werkelijke en indicatieve intensiteiten

	1	2	3
Bouwjaar- + labelklasse	werkelijk jaarverbruik als % van werkelijk totaal	indicatief jaarverbruik als % van indicatief totaal	indicatief jaarverbruik als % van werkelijk jaarverbruik
vanaf 2010 + A	7,8%	8,3%	106%
1997 tot en met 2010 + B	17%	18%	105%
1989 tot en met 1996 + C	15%	15%	101%
1977 tot en met 1988 + D	16%	16%	99%
1967 tot en met 1976 + E	12%	12%	96%
1922 tot en met 1966 + F	13%	13%	101%
tot en met 1921 + G	20%	20%	101%
Totaal	100%	100%	100%

De niet-gelabelde voorraad is verantwoordelijk voor 65% van het totaal energiegebruik en domineert hiermee onderstaande tabellen. Tabel 42 toont de procentuele besparing ten opzichte van de indicatieve verbruiken achter Tabel 41. Tabel 43 toont hetzelfde, ten opzichte van de werkelijke verbruiken. De uiteindelijke conclusie is dat het besparingspotentieel op basis van werkelijke intensiteiten rond de 11 procentpunt hoger uitkomt. Dit is dan wel inclusief de besparing door het optimaliseren van klimaatinstallaties. Die factor wordt per definitie niet meegenomen via de route van indicatieve intensiteiten.

Tabel 42 Aan Tabel 41 gerelateerd procentuele totale energiebesparing gas+elek, ten opzichte van het indicatief verbruik, hele SPSS voorraad

Renoveren naar energielabel:	A	B	C	D	E	F	G
Niet gelabelde voorraad	3,7%	2,4%	2,4%	2,4%	1,5%	0,3%	0,0%
Gelabeld	2,5%	1,9%	1,3%	2,3%	1,8%	1,1%	0,0%
Totaal	3,3%	2,2%	2,0%	2,4%	1,6%	0,5%	0,0%

Tabel 43 Aan Tabel 41 gerelateerd procentuele totale energiebesparing gas+elek, ten opzichte van het indicatief verbruik, hele SPSS voorraad

Renoveren naar energielabel:	A	B	C	D	E	F	G
Niet gelabelde voorraad	15,3%	15,1%	14,4%	14,6%	13,9%	12,4%	10,4%
Gelabeld	12,0%	12,1%	11,6%	12,2%	11,7%	10,5%	8,6%
Totaal	14,2%	14,0%	13,4%	13,8%	13,1%	11,7%	9,8%
Vershil in %-punt werkelijk minus indicatief	10,9%	11,8%	11,4%	11,4%	11,5%	11,2%	9,8%

7.6 Samenvatting

Het primaire doel van benchmarkdata is je eigen verbruik te vergelijken met situaties die vergelijkbaar zijn. Omdat in Nederland het gemeten verbruik niet publiek toegankelijk is, wordt benchmarkdata voor onderzoeksdoeleinden ook toegepast om een indicatief verbruik te bepalen voor grotere kantorenpopulaties. Vaak wordt er vervolgens gekeken naar een besparingspotentieel bij bijvoorbeeld een bepaalde labelsprong. Denk aan de verplichting voor kantoren om in 2023 minimaal het niveau van label C te hebben bereikt.

In dit hoofdstuk is aangetoond dat het op deze wijze berekend energiebesparingspotentieel zo'n 10 procentpunt lager uitvalt dan een potentieel berekend vanuit werkelijke intensiteiten. Het werkelijk potentieel wordt hierbij berekend uitgaande van werkelijke intensiteiten. Het bepalende verschil tussen de twee benaderingen is de grote spreiding die mist binnen indicatieve intensiteiten. Dit is logisch, want deze intensiteiten komen zelf voort uit gemiddelden van subpopulaties die vallen binnen een bouwjaar/label- en grootteklasse. De kantoren die het dan relatief slecht doen, juist ten opzichte van dit gemiddelde, en waar juist een groot kosteneffectief besparingspotentieel ligt, mis je met de indicatieve benadering.

Van een andere kant bezien, is (bijvoorbeeld) het beter inregelen van klimaatinstallaties, nu wel onderdeel geworden van het hogere potentieel, op basis van werkelijke intensiteiten. Het meerverbruik ten opzichte van een gemiddelde situatie is nu immers onderdeel geworden van het besparingspotentieel. Dat dit potentieel groot is, is al jaren bekend vanuit diverse studies. Zo bleek vanuit een onderzoek uit 2003 dat met het optimaliseren van de CV instellingen, in utiliteitsgebouwen een gemiddelde besparing van 23% op het gasverbruik kan worden gerealiseerd. Dit, ongeacht de leeftijd van het gebouw of de installatie. Dit besparingspotentieel is nu, als onderdeel van een renovatiestap naar een beter label, berekend voor zowel de niet-gelabelde- als de gelabelde voorraad, en zowel voor het gas- als voor het elektriciteitsverbruik.

In dit hoofdstuk is een strategie voorgesteld, waarmee rekenmodellen toch het werkelijk besparingspotentieel kunnen benaderen, uitgaande van indicatieve intensiteiten.

Referenties

- AgentschapNL. (2011). *Gebouwmonitoring met energieprofielen, energieverspilling eenvoudig opsporen en verhelpen*. Retrieved from <https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Gebouwmonitoring%20met%20energieprofielen.pdf>
- AISBL. (2013). *Quality jobs for young people*. Retrieved from http://www.mss.si/datoteke/dokumenti/YFJ_QualityJobs_EN.pdf
- Arcadis. (2016). *Investeringskosten energiebesparende maatregelen bestaande utiliteitsbouw 2016*. Retrieved from <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/duurzame-gebouwen/gebouwfases/beheer-en-onderhoud/gebouwgebonden-energie/investeringskosten>
- Arnoldussen, J., Zwet, v. R., Koning, M., & Menkveld, M. (2016). *Verplicht energielabel voor kantoren*.
- Bak, R. L. (2018). *Kantoren in cijfers 2017*. Retrieved from <https://www.fmn.nl/stream/kantoren-in-cijfers-2017.pdf>
- Bouhuij-Bos, I., Doove, S., Hendriks, A., Keller, K., Padding, P., Strofer, S., . . . Zuidema, M. V. (2018). *Landelijke Informatievoorziening Vastgoedgebruik. Praktijktolsten Leegstand*. Retrieved from <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2018/26/180629%20rapport%20landelijke%20leegstand%20-%20praktijktolsten.pdf>
- Bouwkostenkompas. (2019). *Vormfactoren kantoorblox maximaal 6 lagen*.
- Breukel, D. (2019, 15-02-2019). [LISA definitie parttime werker].
- Buck, R. (2017). *De ene leegstand is de andere niet*.
- Buitelaar, E., Berge, M. v. d., Dongen, F. v., Weterings, A., & Maarseveen, R. v. (2017). *De toekomst van kantoren. Een scenariostudie naar de ruimtebehoefte*. Retrieved from <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/PBL-CPB-Notitie-2mrt2017-De-toekomst-van-kantoren.pdf>
- CBS. (2016, 2016). *Levering aardgas, elektriciteit via openbaar net; bedrijven, SBI2008, regio*. Retrieved from <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLnl&PA=82538NE&LA=nl>
- CBS. (2017). *Landelijke leegstandsmonitor 2017*. Retrieved from <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2017/07/landelijke-monitor-leegstand>
- DGBC. (2013). *Dutch Green Building Benchmark 2012*. Retrieved from https://www.dgbc.nl/downloads/DGB-Benchmark_2012-web.pdf

- Duin, P. v. (2016). Een kantoorgebouw is pas duurzaam als deze optimaal wordt gebruikt. Retrieved from <http://www.duurzaamvastgoed.com/een-kantoorgebouw-is-pas-duurzaam-als-deze-optimaal-wordt-gebruikt>
- ECN, P. (2017). *NEV 2017 tabellenbijlage, tabbald [Tabel 21 Balans 2015]*. Retrieved from: <https://www.ecn.nl/nl/energieverkenning/>
- Elkhuizen, B. (2017, 1/31/2017). [Uitgangspunt graaddagen EPA berekening].
- Elp, M. v., Kok, I. d., Saitua Nistal, R., & Zuidema, M. V. (2011). *Kantorenmonitor*. Retrieved from https://www.eib.nl/pdf/kantorenmonitor_analyse_van_vraag_en_aanbod.pdf
- Flexas.nl. (2017). Hoeveel m2 kantoorruimte heb je nodig? Retrieved from <https://www.flexas.nl/blog/hoeveel-m2-kantoorruimte-heb-je-nodig>
- Guldmond, J. (2014). Hogere gemiddelde bezettingsgraad in flex-kantoren dan in traditionele kantoren. Retrieved from <https://www.fmm.nl/topics/het-nieuwe-werken/nieuws/hogere-gemiddelde-bezettingsgraad-flex-kantoren-dan-traditionele-kantoren>
- Hoevenagel, R. (2012). *Energiebesparingsmonitor gebouwde omgeving: Ubuwpanel. Resultaten van de tiende meting (2012)*.
- Locatus. (2017). Leegstand: wat verstaan we daar nu onder? In.
- 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. (2016, 2016). Energiemanagementsystemen in de utiliteitsbouw. Retrieved from <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-N--16-003>
- Niessink, R. J. M., Menkveld, M., & Sipma, J. M. (2017). *Verkenning utiliteitsbouw*. Retrieved from <https://publicaties.ecn.nl/ECN-E--17-059>
- PBL. (2019). Vesta; ruimtelijk energiemodel voor de gebouwde omgeving Retrieved from <https://www.pbl.nl/vesta>
- SenterNovem. (2007). *Cijfers en Tabellen 2007*. Retrieved from <http://www.freitas.nl/Downloads/Cijfers%20en%20tabellen%202007.pdf>
- Sipma, J. M. (2019). *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., Holdsworth-Morris, R. F., Paliouras, S., & Niessink, R. J. M. (2019). *Greening the built environment: A comparison of Dutch, German, Danish and British energy savings policies to reduce the energy consumption and CO2 emissions of space heating in the residential sector*. . Retrieved from <http://publications.tno.nl/publication/34633970/mg8gPs/TNO-2019-P10626.pdf>
- Sipma, J. M., Kremer, A., & Vroom, J. (2017). *Energie labels 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://publicaties.ecn.nl/ECN-E--18-011>

Sipma, J. M., & Rietkerk, M. D. A. (2016). *Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen*. Retrieved from <https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--15-068>

Thijs, P. (2015, 2016). Verborgen leegstand is enorm: een derde kantoren overbodig. Retrieved from <http://www.z24.nl/ondernemen/verborgen-leegstand-in-kantoren-enorm-553087>

A Beschrijving SPSS bestand vanuit CBS

In deze bijlage wordt de beschrijving gegeven van het door het CBS klaargezette SPSS kantorenbestand (door A. Kremer, CBS; bewerkt door de auteur).

A.1 Inleiding

Voor het vervolgonderzoek van ECN.TNO naar gemeten en theoretische verbruiken bij gelabelde kantoren wordt het ontvangen energielabel bestand (25-06-2018) gekoppeld aan de BAG en aan de klantenbestanden 2016. Ook wordt een koppeling gemaakt met de leegstandsmonitor en LISA.

A.2 Populatie

In het basisgebouwenbestand met informatie uit de BAG, Dataland en de klantenbestanden 2016 worden vboids met alleen een kantoorfunctie en die als kantoor zijn getypeerd geselecteerd 87.797 (dit zijn minder dan de vboids in bag met alleen kantoorfunctie, sommige vboids in bag met een kantoorfunctie blijken op basis van dataland een ander gebouwtype te zijn). Vervolgens worden alleen kantoorvboids in een pand met 1 vboïd en een oppervlak tussen 50m² en 50.000m² en gebouwd tussen 1200 en 2016 geselecteerd: 23.322.

A.3 Koppelen werkzame personen ABR en LISA

A.3.1 ABR

In het ABR bevindt zich informatie over Werkzame Personen dit zijn werknemers op de loonlijst inclusief meewerkende firmanten, eigenaren en familieleden. Het aantal werknemers per bedrijf wordt buiten het ABR door ERB berekend uit door de Divisie Sociale Statistiek bewerkte nominatieve Loonaangifte. Het aantal werknemers betreft de werknemers op de eigen loonlijst. Het aantal werknemers wordt omgerekend naar FTE (fulltime-equivalent) op basis van het aantal voor de desbetreffende periode vastgestelde banen en de verhouding arbeidsvolume-banen. Voor niet-werknemers (meewerkende eigenaren, firmanten en familieleden) vindt een berekening plaats op basis van informatie uit het administratieve deel van het ABR, rechtsvorm, aantal maten/vennoten volgens BVR, ondernemerscode voor wat betreft aangifteplicht BTW, WP van het HR en omzetgegevens BTW. Het aantal WP in het ABR is de som van de naar FTE omgerekende werknemers en niet-werknemers. Het aantal WP in het ABR is dus indicatief en wordt alleen gebruikt voor de indeling van bedrijven in grootteklassen; het is niet geschikt voor het samenstellen van werkgelegenheidscijfers.

Het aantal werkzame personen is per CBSpersoon beschikbaar. Een CBS-Persoon is de CBS benadering van de Persoon als zijnde een rechtssubject met wettelijke rechten en plichten. Een CBS-Persoon kan een natuurlijke Persoon of een niet-natuurlijke Persoon (rechtspersonen of samenwerkingsverbanden daarvan: BV, NV, VOF, ...) zijn en heeft kenmerken, die afkomstig zijn uit verschillende bronnen. Een CBSpersoon kan uit meerdere vestigingen bestaan, het aantal werkzame personen is alleen beschikbaar op het niveau van de CBSpersoon. Voor sommige adressen is een VBOïd beschikbaar, echter in een aantal gevallen blijken er

meerdere adressen achter een vboïd te zitten. Er zal daarom gekoppeld worden op adres. Er wordt geteld hoeveel vestigingen er per CBSpersoon zijn. Er kunnen ook meerdere CBSpersonen per adres voorkomen. Wanneer er op een adres alleen CBSpersonen met 1 vestiging voorkomen wordt het aantal werkzame personen opgeteld. Wanneer er meerdere vestigingen zijn van een CBSpersoon op een adres kan het aantal werkzame personen op het adres niet worden bepaald. Aan 68% van de kantoren kan informatie uit het ABR gekoppeld worden, maar voor slechts 45% kan ook het aantal werkzame personen op het adres worden bepaald.

A.3.2 LISA

TNO heeft een bestand met informatie over werkzame personen vanuit LISA in gelabelde kantoren doorgeleverd. Dit bestand bevat 1.731 vboïds. Het bestand wordt gekoppeld aan het populatiebestand op basis van vboïd. Aan 6% van de kantoren is informatie uit LISA gekoppeld (aan 45% van de gelabelde kantoren).

A.4 Energielabels RVO

Het CBS heeft van RVO een databestand ontvangen met ca 16 miljoen records (Per maatregel, per gebruiksfunctie en per certificaat) met energielabels van woningen en utiliteitsbouw (25-06-2018). Dit bestand bevat alle uitgegeven certificaten tot 25-06-2018. Alleen geldige adressen worden bewaard. 1,2% betreft records van certificaten met de gebruiksfunctie kantoor. Aan het bestand wordt de populatie kantoren gekoppeld. Aan 0,2% van de records wordt een koppeling met de populatie kantoren gemaakt. 77% van de gekoppelde records heeft de gebruiksfunctie kantoor. Alleen gekoppelde records worden behouden (32.917). Omdat 2016 het meest recente jaar is waarvoor het energiegebruik uit de klantenbestanden beschikbaar is worden records van certificaten met een opnamedatum tot 31-12-2016 geselecteerd (18.156). 77% heeft een kantoorfunctie, bij 2/3 is het percentage van de gebruiksfunctie 100%. Certificaten met meerdere gebruiksfuncties worden gemarkeerd. De maatregelen worden op certificaatnummer en gebruiksfunctie geaggregeerd en 1 record per certificaat wordt behouden (het record met kantoorfunctie wanneer deze er is) (4.235). Er bevinden zich op een adres soms een dubbele registratie (zelfde registratiedatum: nieuwste opnamedatum wordt behouden, zelfde opnamedatum nieuwste registratiedatum wordt bewaard, zelfde EI nieuwste registratiedatum wordt bewaard) (4.122). Daarnaast zijn er labelsprongen (13%). Het laatst geregistreerde label wordt bewaard (3.615).

Op basis van VBOïd en wanneer deze ontbreekt het adres wordt het labelbestand gekoppeld aan het populatiebestand kantoren. Aan 15% van de vboïds is een label gekoppeld. Bij 2% gaat het om een label met meerdere gebruiksfuncties. Adressen met labels van certificaten met meerdere functies of van-tot huisnummers of label type woning of geen kantoorfunctie of geen 100% kantoorfunctie worden verwijderd (22.466).

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	19733	87,8	87,8	87,8
A ⁴³	487	2,2	2,2	90,0
A+	22	,1	,1	90,1
A++	5	,0	,0	90,1
A+++	1	,0	,0	90,1
B	304	1,4	1,4	91,5
C	453	2,0	2,0	93,5
D	376	1,7	1,7	95,2
E	283	1,3	1,3	96,4
F	210	,9	,9	97,4
G	592	2,6	2,6	100,0
Total	22466	100,0	100,0	

A.5 Indeling Dienstensector

In de klantenbestanden is ook een SBI bepaald voor de aansluitingen op basis van de naam van de aansluiting (bijvoorbeeld 'Jumbo supermarkten') en aan het adres van de aansluiting gekoppelde informatie uit ABR, Locatus, Dataland. Omdat bij kantoorpanden in de industrie en landbouw vaak een gedeelde aansluiting is met het productiebedrijf worden alleen kantoorpanden die tot de dienstensector behoren geselecteerd. Voor de SBI bepaling wordt als aanvulling de gekoppelde SBI code van ABR en de labeledatabase gebruikt. Van de kantoren is 72% als dienstensector ingedeeld, 7% als niet dienstensector en de overige 21% kon niet ingedeeld worden. Alleen kantoren die bij de dienstensector zijn ingedeeld worden behouden (16.252).

A.6 Koppelen Leegstand 2016

Een indicatie over leegstand wordt gekoppeld uit de leegstandsmonitor 2016 op basis van vboi. Aan 99,5% van de adressen kon een indicatie worden gekoppeld. Volgens de leegstandsmonitor stonden 796 adressen leeg in 2016.

A.7 Indeling naar verwarmingstype

De gelabelde kantoorpanden worden ingedeeld naar de volgende verwarmingstypen:

- Alleen gas (HR) ketel (geen WKK of WKO). Meestal zal dit een HR ketel zijn, maar ook andere typen gasketels kunnen voorkomen.
- WKK (meestal in combinatie met WKO en HRketel)
- Alleen WKO (geen WKK of HRketel)
- All-electric (alleen WKO of warmtepomp en geen berekend of gemeten gasverbruik)
- Stadsverwarming.

⁴³ Noot dat label A ook A-met-plusjes kan omvatten

Niet-gelabelde kantoorpanden zijn ingedeeld in:

- Stadsverwarming: wanneer er stadsverwarming gevonden wordt op basis van de ACMlijst en het gemeten gasverbruik $< 5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ is.
- Gasketels (HR): wanneer er geen stadsverwarming wordt geconstateerd of wanneer het gemeten gasverbruik $\geq 5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ is.

Gelabelde kantoren zijn ingedeeld bij:

- Stadsverwarming: als er stadsverwarming wordt gevonden en geen HRketel, WKK of WKO en het gemeten gasverbruik lager dan $5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ is.
- Gasketels (HR): wanneer er geen informatie beschikbaar is over maatregelen en er geen stadsverwarming wordt geconstateerd en het gemeten gasverbruik $\geq 5 \text{ m}^3/\text{m}^2$, of wanneer er een HR ketel geregistreerd staat maar geen WKK of WKO.
- WKK: wanneer er een WKK geregistreerd is (meestal is dit in combinatie met HR en WKO).
- WKO: wanneer er een WKO geregistreerd is maar geen WKK of HR.
- All-electric: wanneer er een WKO of warmtepomp geregistreerd is maar geen WKK of HR en het gemeten en berekend gasverbruik $< 1 \text{ m}^3/\text{m}^2$ is.

WARMTETYPE

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Stadsverwarming	596	3,7	3,7	3,7
	Alleen gasketel (HR)	15466	95,2	95,2	98,8
	WKK (meestal in combi met HRketel en WKO)	18	,1	,1	98,9
	Alleen WKO	172	1,1	1,1	100,0
	Total	16252	100,0	100,0	

A.8 Validatie gemeten energieverbruiken

84% van VBO's heeft een gasaansluiting en 91% een elektriciteitsaansluiting, 5% heeft stadsverwarming. Met het gemeten gas- en elektriciteitsverbruik, wordt het verbruik dat is geleverd via het openbaar net bedoeld.

Gevalideerd worden gemeten gas- en elektriciteitsverbruik van:

- Niet gelabelde kantoorpanden met gas- en elektriciteitsaansluitingen met een gemeten gasverbruik van $1 - 50 \text{ m}^3/\text{m}^2$ en een gemeten elektriciteitsverbruik van $5 - 200 \text{ kWh}/\text{m}^2$.
- Niet gelabelde kantoorpanden met stadsverwarming zonder gasaansluiting of met een gemeten gasverbruik kleiner dan $< 1 \text{ m}^3/\text{m}^2$, met een elektriciteitsaansluiting met een gemeten elektriciteitsverbruik van $5 - 200 \text{ kWh}/\text{m}^2$.
- Gelabelde kantoorpanden waar zowel een gas- als elektriciteitsaansluiting wordt gevonden met een gemeten gasverbruik van $1 - 50 \text{ m}^3/\text{m}^2$ en een gemeten elektriciteitsverbruik van $5 - 200 \text{ kWh}/\text{m}^2$.
- Gelabelde kantoorpanden met stadsverwarming zonder gasaansluiting of met een gemeten gasverbruik $< 1 \text{ m}^3/\text{m}^2$, met een elektriciteitsaansluiting en een gemeten elektriciteitsverbruik van $5 - 200 \text{ kWh}/\text{m}^2$.

- Gelabelde kantoorpanden met een WKO maar geen WKK en zonder gasaansluiting of met een gemeten gasverbruik $< 1 \text{ m}^3/\text{m}^2$, en een elektriciteitsaansluiting met een gemeten verbruik van 5-400 kWh/m². Deze worden beschouwd als all-electric warmtepompen.
- Gelabelde kantoorpanden met een WKK en een gemeten gasverbruik van 50-100 m³/m², en een elektriciteitsaansluiting met een verbruik van 5-200 kWh/m².

Niet gevalideerd worden gemeten gas- en elektriciteitsverbruik van:

- Niet gelabelde kantoorpanden zonder stadsverwarming waar geen gasaansluiting of een gemeten gasverbruik $< 1 \text{ m}^3/\text{m}^2$ wordt gevonden .
- Niet gelabelde kantoorpanden met een gemeten gasverbruik $> 50 \text{ m}^3/\text{m}^2$.
- Niet gelabelde kantoorpanden zonder elektriciteitsaansluiting of met een gemeten elektriciteitsverbruik $< 5 \text{ kWh}/\text{m}^2$.
- Niet gelabelde kantoorpanden met een gemeten elektriciteitsverbruik $> 200 \text{ kWh}/\text{m}^2$ (1.349).
- Gelabelde kantoorpanden zonder stadsverwarming of WKO zonder gasaansluiting of een gemeten gasverbruik $< 1 \text{ m}^3/\text{m}^2$.
- Gelabelde kantoorpanden met een gemeten gasverbruik $> 50 \text{ m}^3/\text{m}^2$ en geen WKK .
- Gelabelde kantoorpanden zonder elektriciteitsaansluiting of met een gemeten elektriciteitsverbruik $< 5 \text{ kWh}/\text{m}^2$.
- Gelabelde kantoorpanden met een gemeten elektriciteitsverbruik $> 200 \text{ kWh}/\text{m}^2$ en geen WKO .
- Gelabelde kantoorpanden met een gemeten elektriciteitsverbruik $> 200 \text{ kWh}/\text{m}^2$ met een WKO en een WKK of een gemeten gasverbruik $\geq 10 \text{ m}^3/\text{m}^2$.
- Gelabelde kantoorpanden met een gemeten elektriciteitsverbruik $> 400 \text{ kWh}$ en een WKO.

In totaal is het gemeten gasverbruik voor 83% van de kantoren gevalideerd en het elektriciteitsverbruik voor 83% gevalideerd.

B Aanvulling analyse ruimtegebruik per werknemer

B.1 Inleiding

Deze relatief lange bijlage besteedt aandacht aan het ruimtegebruik per werknemer, uitgedrukt als m² GO per FTE. Dit ruimtegebruik is een maat voor de bezettingsgraad. De ruime bandbreedte die altijd wordt gevonden rondom een gemiddelde gas- en elektriciteitsintensiteit van een grotere kantorenpopulatie is slechts deels te verklaren vanuit de invloed van grootte en bouwjaar of label. In (Sipma et al., 2017) is voor kantoren als hypothese geopperd dat ook de **bezettingsgraad en leegstand** belangrijke factoren zijn. Gedeeltelijke en verborgen leegstand zijn grote onbekenden binnen de analyse van intensiteiten.

Omdat een gevoel voor dit onderwerp mist, zoeken we eerst in de literatuur naar meer informatie omtrent dit onderwerp; hoeveel vierkante meter heeft een kantoormedewerker theoretisch nodig? We weten echter op voorhand dat er binnen de kantorensector relatief veel (gedeeltelijke) leegstand is; alhoewel dit fenomeen conjunctuur gevoelig is en de leegstand op het moment weer afneemt (zie ook deze [Cushman & Wakefield](#) publicatie). Vanuit extern onderzoek vinden we de eerste gemiddelde waarden die in de praktijk voorkomen. Dit wordt getoetst aan waarden vanuit de eigen SPSS analyse. We zullen zien dat er een groot verschil is tussen een naar gebruiksoppervlak gewogen en een ongewogen bezettingsgraad. Dit is de reden dat bij benchmarken deze factor niet genegeerd zou mogen worden. In hoofdstukken 3 en 4 wordt de invloed van de bezettingsgraad op de gas- en elektriciteitsintensiteiten bepaald. In hoofdstuk 6 wordt de bezettingsraad als een correctiefactor bij het benchmarkdata geïntroduceerd.

B.2 Diverse soorten leegstand en de samenhang met ruimtegebruik

Er kunnen diverse soorten leegstand worden onderscheiden. Een net opgeleverd kantoor staat **volledig leeg**. Het eerste jaar kan dit gezien worden als onderdeel van de '**frictieleegstand**', een welbekend en noodzakelijk fenomeen binnen de handel van onroerend goed. In de kantorenmarkt is het gebruikelijk uit te gaan van 5% frictieleegstand (Buitelaar, Berge, Dongen, Weterings, & Maarseveen, 2017). Staat het kantoor ook het tweede en derde jaar volledig leeg, dan wordt dit gezien als **langdurige leegstand**. Langer dan drie jaar wordt in de statistieken bij de **structurele leegstand** geschaard (Locatus, 2017).

Een kantoorgebouw kan ook gedeeltelijk in gebruik worden genomen. Een bedrijfsverzamelkantoor dat diverse bedrijven herbergt kan zodoende **gedeeltelijk leeg** staan. Het betreft dan bijvoorbeeld één of meerdere volledige verdiepingen die nog niet verhuurd zijn en die wel of niet verwarmd worden. Wanneer een bedrijf eenvoudigweg te ruim behuurd is, kan men van **verborgen leegstand** spreken welke vaak wordt meeverwarmd. De **bezettingsgraad**, uitgedrukt in FTE⁴⁴ per m² gebouwoppervlak, is dan relatief laag.

⁴⁴ fte staat voor fulltime-equivalent. Het is een rekeneenheid waarmee de omvang van een functie of de personeelssterkte kan worden uitgedrukt. Eén fte is een volledige werkweek. Een functie van

Door ontwikkelingen als flexwerken is de bezettingsgraad de afgelopen decennia verder afgenomen in **bestaande** kantoren. Dezelfde hoeveelheid vierkante meters wordt nu in de praktijk immers minder intensief gebruikt door fysiek aanwezige werknemers. Een tweede ontwikkeling kan gevonden worden in bijvoorbeeld de digitalisering. Daarmee wordt bedoeld dat voorheen benodigde archiefruimte vanwege digitale opslag niet meer noodzakelijk is en daardoor beschikbaar komt als additionele werkplek. Kleinere invloeden komen bijvoorbeeld voort uit 'micro-computing' (tablet of laptop i.p.v. mainframe). Ook kan er sprake zijn van veranderende werkprocessen; bijvoorbeeld een kantoortuininrichting met teams in dezelfde ruimte i.p.v. iedereen een eigen kantoor. Nieuwbouw zal rekening houden met deze ontwikkelingen.

In dit onderzoek drukken we de bezettingsgraad uit in een **ruimtegebruik per werknemer**, of kortweg 'ruimtegebruik'. Een lage bezettingsgraad resulteert in een hoog ruimtegebruik, uitgedrukt als m² per FTE. In tijden van hoogconjunctuur kan de bezettingsgraad van een bedrijf binnen een kantoor toenemen en het ruimtegebruik per FTE afnemen, totdat er aanvullende kantooruimte wordt gevonden, waarmee leegstand elders weer wat afneemt.

B.3 Leegstand volgens externe bronnen

In Nederland stond in januari 2017 bijna 16% van het kantooroppervlak geheel of gedeeltelijk leeg ([Compendium voor de Leefomgeving](#)); dit is het oppervlak dat te koop of te huur aangeboden werd. Van de 15.000 kantoren met een oppervlak groter dan 500 m², stonden 900 kantoren (6%) geheel leeg, en 1.900 (12%) gedeeltelijk leeg (Bak, 2018). Nog eens 15% heeft echter te maken te maken met een **verborgen** vorm van leegstand; veel bedrijven zijn veel te ruim behuist. Tijdens de crisis is het personeelsbestand ingekrompen, maar de meeste organisaties hebben hun kantoren nog niet aan hun kleinere omvang aangepast, onder meer omdat veel huurcontracten nog doorliepen (Thijs, 2015). Anno 2019 neemt het personeelsbestand weer toe, waardoor de verborgen leegstand weer afneemt. Bij elkaar opgeteld zou er dus sprake zijn van zo'n 30% leegstand (zichtbaar plus verborgen). Dit komt overeen met de analyse van [Officerank](#); zo'n 30 procent van het kantooroppervlak in Nederland zou overbodig zijn, wanneer naast zichtbare leegstand, ook rekening wordt gehouden met verborgen leegstand.

B.4 Het theoretisch benodigd ruimtegebruik per werknemer

In de NEN 1824 staat vastgelegd welke afmeting een kantoor moet hebben, zodat de werknemer zijn of haar werkzaamheden veilig en zonder nadelige gevolgen voor welzijn en gezondheid kan uitvoeren. Een beeldschermwerker heeft minimaal 4 m² nodig, met een extra vierkante meter per flatscreen, kast en deur. Dan kom je in de praktijk op zo'n 6 tot 7 m²; wat meestal opgehoogd wordt tot minimaal 8 m² per werknemer; zoals ook (Flexas.nl, 2017) doet. Dit is een werknemer die op een bepaald moment fysiek aanwezig is in het kantoor en waarbij nog geen rekening is gehouden met flex- en/of in deeltijd werken. Beschouw dit als het werkoppervlak (WO) dat straks in Figuur 77 benoemd wordt.

0,6 fte bijvoorbeeld is, uitgaande van een werkweek van 40 uur, een functie van $0,6 \times 40 = 24$ uur ([bron: OnzeTaal](#)).

In een interactieve tabel voegt (Flexas.nl, 2017) aanvullende vierkante meters toe voor bijvoorbeeld overleg ruimtes, wanneer het totaal aantal werknemers toeneemt. Bovendien wordt er onderscheid gemaakt tussen een (gewenste) krappe-, standaard en ruime bezetting. Met deze bron is de eerdere inschatting verder genuanceerd naar type bezetting. De eerste rij in Tabel 44 toont het eindresultaat per full time werknemer (FTE).

Tabel 44 Theoretisch benodigd werkoppervlak per werknemer en FTE

Rij	Omschrijving bewerkingsstap	Krappe bezetting	Standaard bezetting	Ruime bezetting	Bron
1	m2 WO per fte	6,5	9,6	11,6	Flexas.nl 2017
2	m2 WO per gemiddelde werknemer	5,2	7,7	9,3	
3	Vorige inclusief 'overige ruimtes'; m2 VVO per fte	11,9	15,0	17,0	database OfficeRank
4	Vorige inclusief 'overige ruimtes'; m2 VVO per gemiddelde werknemer	9,5	12,0	13,6	
5	Vorige, incl. 15% verborgen leegstand, m2 VVO per fte	14,0	17,6	20,0	Thijs 2015
6	Vorige, incl. 15% verborgen leegstand, m2 VVO per gemiddelde werknemer	11,2	14,1	16,0	
7	Vorige, incl. 15% zichtbare leegstand, m2 VVO per fte	17,0	21,4	24,3	Thijs 2015
8	Vorige, incl. 15% zichtbare leegstand, m2 VVO per gemiddelde werknemer	13,6	17,1	19,4	
9	Gevonden door EIB, m2 VVO per fte; ongewogen	27,8			EIB 2011
10	Gevonden door EIB, m2 VVO per gemiddelde werknemer; ongewogen	22,2			
11	Gevonden in dit onderzoek, m2 GO per fte; ongewogen	26,7			SPSS 2016/2017
12	Gevonden in dit onderzoek, m2 VVO per fte; ongewogen	23,9			
13	Gevonden in dit onderzoek, m2 VVO per gemiddelde werknemer; ongewogen	19,1			
14	Gevonden in dit onderzoek, m2 GO per fte; gewogen	49,7			
15	Gevonden in dit onderzoek, m2 VVO per werknemer; gewogen	44,4			
16	Gevonden in dit onderzoek, m2 VVO per fte; gewogen	35,5			

B.5 De invloed van deeltijdwerken

Naast dat de 'beeldschermwerker' regelmatig thuis kan werken, hoeft deze ook geen volledige werkweek te hebben. In Nederland is deze kans zelfs relatief groot, want volgens [Eurostat en OESO](#) werkt de Nederlander, vergeleken met zijn Europese collega's, het vaakst parttime. Volgens het Europees statistiekbureau Eurostat werkt bijna de helft van de werkende mensen in ons land in deeltijd (49,8 procent), terwijl het Europees gemiddelde op 19,9 procent ligt. Volgens (AISBL, 2013) is sprake van parttime, wanneer de werknemer tussen 30 en 35 uur per week werkt. Deze definitie is echter niet in beton gegoten; zo gaat LISA uit van 12 uur per week als definitie voor parttime (Breukel, 2019). Als we uitgaan van 24 uur per week (3 werkdagen) voor een gemiddelde Nederlandse parttimer, kan berekend worden dat de eerder genoemde minimale afmetingen van een kantoor per gemiddelde werknemer gereduceerd kan worden met 20% in vergelijking tot wat een fulltime werknemer nodig heeft. Dit wordt weergegeven in de tweede rij van de Tabel 44.

B.6 Overige benodigde ruimtes

Naast dit pure werkoppervlak voor de werknemer zijn er andere zaken die ruimte binnen een kantoorgebouw in beslag nemen; denk aan bergruimte en toiletten. Dit heeft een relatie met typen oppervlak welke onderscheiden worden, zoals illustratief weergegeven in Figuur 77.

Figuur 77 Diverse onderscheiden typen vloeroppervlakten ([wiki](#))

Bruto Vloeroppervlak (BVO)	Netto Vloeroppervlak (NVO)	Gebruiksoppervlak (GO)	Verhuurbaar Vloeroppervlak (VVO)	Gerealiseerd Nuttig Oppervlak (GNO)	Functioneel Nuttig Oppervlak (FNO)	Woon-/ Werkoppervlak (WO)			
BVO	NVO	GO	VVO	Ruimten voor Gebouwinstallaties					
				Verticaal verkeersoppervlak					
				Parkeerruimte					
				GNO	FNO	Rijwielstalling, buitenberging			
				Horizontaal verkeersoppervlak					
				GNO	FNO	Sanitaire ruimten			
						Bergruimte			
						WO			
				Indelingsverlies					
				Seperatiewanden					
	Tarra-oppervlak			Scheidingsconstr. Tussen geb. functies					
				Niet-toegankelijke leidingschachten					
				Statische bouwdelen					
				Glaslijncorrectie	VVO	Glaslijncorrectie			
				Ruimten lager dan 1,5 m					

Voor deze analyse zijn de volgende typen van belang:

- Het werkoppervlak (WO) is het eerder genoemde kleinste oppervlak dat een kantoorwerknemer nodig heeft om te kunnen werken.
- In de kantorenmarkt wordt vaak gesproken van verhuurbaar vloeroppervlak (VVO), dat wordt omschreven als 'de som van de bepaalde verhuurbare oppervlakten van alle tot het gebouw behorende binnenruimten. Deze wordt nog vermeerderd met een gebruikseenheid voor de in het gebouw gelegen algemene ruimten'.
- Het gebruiksoppervlak (GO) wordt omschreven als 'dat deel van de vloeroppervlakte dat direct gericht is op de doelstelling en het gebruik van het gebouw'. Dit is het vloeroppervlak dat in de BAG gevonden wordt en waarmee de EPA rekenmethodiek (als de parameter 'Ag') rekent.
- Het bruto vloeroppervlak (BVO) omvat het meest en wordt omschreven als 'de vloeroppervlakte van de ruimte op vloerniveau langs de buitenomtrek van de buitenste opgaande scheidingsconstructie, die de desbetreffende ruimte omhullen'.



Tussen BVO, GO en VVO kunnen verhoudingsgetallen opgesteld worden. Deze zijn afhankelijk van het uitgangspunt voor gemiddelde afmetingen van een kantoor. Zo geeft (Bouwkostenkompas, 2019) voor een kantoorblok met maximaal 6 lagen, de vormfactoren die zijn overgenomen in Tabel 45.

Tabel 45 Vormfactoren BVO, GO en VVO (Bouwkostenkompas, 2019)

VORMFACTOREN	BASIS	LAAG	HOOG
Gevel / BVO	0,54	0,53	0,55
Gevel open	0,4 %	0,3 %	0,5 %
Inhoud / BVO	3,34	3,27	3,40
GO / BVO	0,95	0,96	0,96
VVO / BVO	0,79	0,79	0,79

In deze tabel betreft het onderscheid naar laag, basis en hoog het kwaliteitsniveau, met oplopende investeringskosten per m². Deze is nauwelijks van invloed op de verhoudingsgetallen GO/BVO en VVO/BVO. Volgens (Arcadis, 2016) is de verhouding wel afhankelijk van de **grootteklasse** van een kantoor. Arcadis geeft echter geen inzicht in het bijbehorende VVO. Wanneer we voorgaande verhouding VVO/BVO gelijk houden per grootteklasse, krijgen we het volgende inzicht.

Tabel 46 Vormfactoren BVO, GO en VVO naar grootte, bewerkt (Arcadis, 2016)

	Klein kantoor	Gemiddelde grootte	Groot kantoor
BVO m ²	1.400	6.000	19.200
GO m ²	1.200	5.300	17.450
VVO m ²	1.106	4.740	15.168
GO/BVO	0,86	0,88	0,91
VVO/BVO	0,79	0,79	0,79
VVO/GO	0,92	0,89	0,87

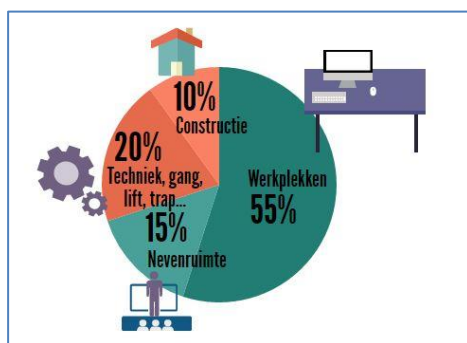
Volgens [Facto Magazine](#) geeft de database [OfficeRank](#) aan dat een fysiek aanwezige werknemer (FTE) 15 m² tot zijn beschikking heeft⁴⁵. Deze waarde is ingevoerd als het VVO oppervlak in de derde rij van Tabel 44 onder 'standaard

⁴⁵ Een vergelijkbare waarde wordt gevonden in een rapport van de Belgische vastgoedgroep Ceusters-SCMS. Daarin wordt gesteld dat ambtenaren gemiddeld 15 m² ruimte in beslag nemen, terwijl hun collega's in de privésector over 10 tot 12 vierkante meter werkplek beschikken ([link](#)). 'In 2012 was dat nog 20 m² voor een werknemer in de privésector en 25 tot 30 m² per ambtenaar; binnen drie jaar is dat dus gehalveerd', aldus de bron.

bezetting'. We gaan er van uit dat dit de **optimale bezetting** is van een kantoor, uitgedrukt in m² verhuurbaar vloeroppervlak (VVO) waarbij nog geen sprake is van leegstand. Rekening houdende met parttime werkers is dit 12 m² VVO per gemiddelde werknemer.

B.7 Invloed zichtbare en verborgen verborgen leegstand

Maar blijkbaar is de situatie in Nederland niet ideaal, want we hadden in (Thijs, 2015) gevonden dat er sprake is van 15% verborgen leegstand (tijdens de crisis ontslagen werknemers). In principe is het effect niets anders dan (ongewenst) meer ruimte per FTE te bieden. Hiermee houden we in rij 5&6 in Tabel 44 rekening, waarmee het ruimtegebruik op gemiddeld 17,6 m² VVO per FTE uitkomt. Volgens dezelfde bron moet er ook nog rekening worden gehouden met 15% zichtbare leegstand (bijvoorbeeld een hele verdieping die leegstaat), waarmee in rij 7&8 rekening gehouden is. Hiermee vinden we het theoretisch gemiddelde ruimtebeslag van 21,4 m² VVO per fulltime FTE.



Noot: wanneer je echt alles zou meenemen, dus ook de liftschaft, de ruimte waar de klimaatinstallatie staat, een eigen datacenter, het restaurant, etc, wordt langzaam maar zeker het bruto vloeroppervlak (BVO) bereikt, dat links in Figuur 77 is benoemd (Flexas.nl, 2017). Zover hoeven we in deze analyse niet te gaan.

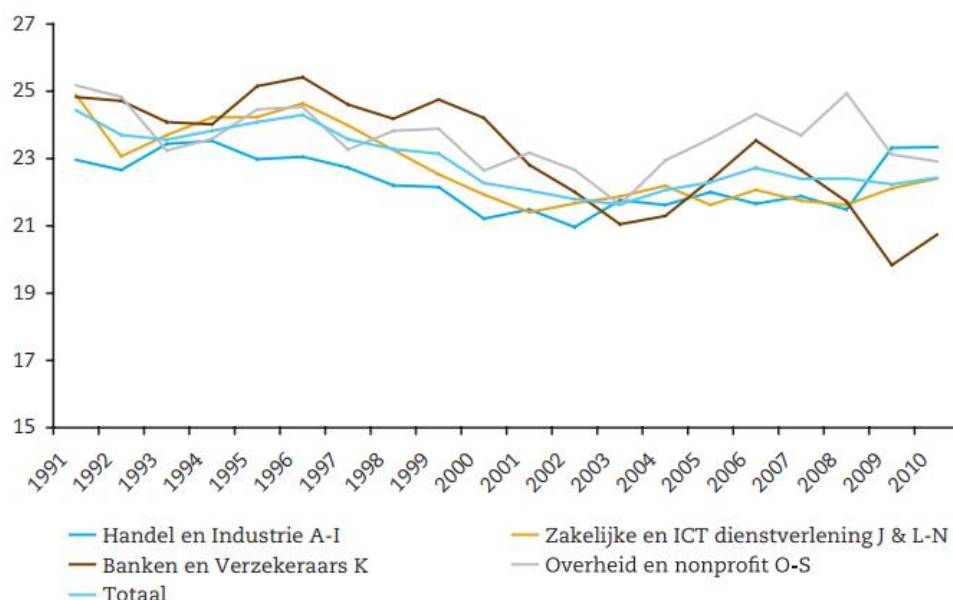
B.8 Het werkelijk gevonden ruimtegebruik, gewogen gemiddelde

In de praktijk gemeten, komt het EIB op een nog wat hogere waarde, zoals weergegeven in Figuur 78 (Elp, Kok, Saitua Nistal, & Zuidema, 2011). Het EIB schrijft: 'Voor ongeveer de helft van de voorraad levert de koppeling tussen werkgelegenheid ⁴⁶en kantorenvoorraad aannemelijke gegevens over het ruimtegebruik van de kantoorwerknemers.' Wij gaan er van uit dat **volledig** leegstaande kantoren geen onderdeel van deze koppeling uitmaakten en zien dit met die reden als het ruimtegebruik onder invloed van verborgen en zichtbare leegstand, vergelijkbaar met de theoretische waarde in rij 7&8 in Tabel 44. Deze lag in 2011 volgens de figuur tussen 21 en 23 m² VVO per gemiddelde werknemer (en zal wellicht nog wat zijn gedaald richting recentere jaren). De EIB waarde is in Tabel 44 toegevoegd als rij 9&10. Belangrijk om te beseffen is dat dit een naar oppervlak **gewogen gemiddelde** is; het totaal aantal gevonden m² VVO gedeeld door het totaal aantal gevonden werknemers binnen een kantoren-branch. De bezettingsgraden van de grotere kantoren domineert het gewogen gemiddelde. Dit

⁴⁶ De definitie 'werkgelegenheid' wordt door het CBS uitgedrukt in 'banen van werkzame personen', ongeacht het aantal uur dat een persoon per week werkt. Dit is het equivalent van onze definitie voor 'gemiddelde werknemer', en is in Tabel 44 omgezet naar FTE.

principe is hetzelfde als bij een gewogen intensiteit, waarbij het totaal verbruik is gedeeld door het totaal oppervlak (zie voetnoot 13 in paragraaf 6.3).

Figuur 78 Gewogen ruimtegebruik m^2 VVO per gemiddelde werknemer in kantoren binnen diverse sectoren (Elp et al., 2011)



Via een vergelijkbare wijze, vinden wij met de SPSS kantorenpopulatie een **gewogen gemiddelde** van $19,1 \text{ m}^2$ VVO/gemiddelde werknemer als gemiddelde waarde voor de jaren 2016 en 2017⁴⁷, wat iets lager, maar in dezelfde orde van grootte ligt als een geëxtrapoleerde EIB-waarde. Dit is omgerekend $26,7 \text{ m}^2$ GO per FTE; een eenheid waar we hieronder verder mee rekenen. Deze waarden zijn toegevoegd als rij 11,12 en 13 in Tabel 44.

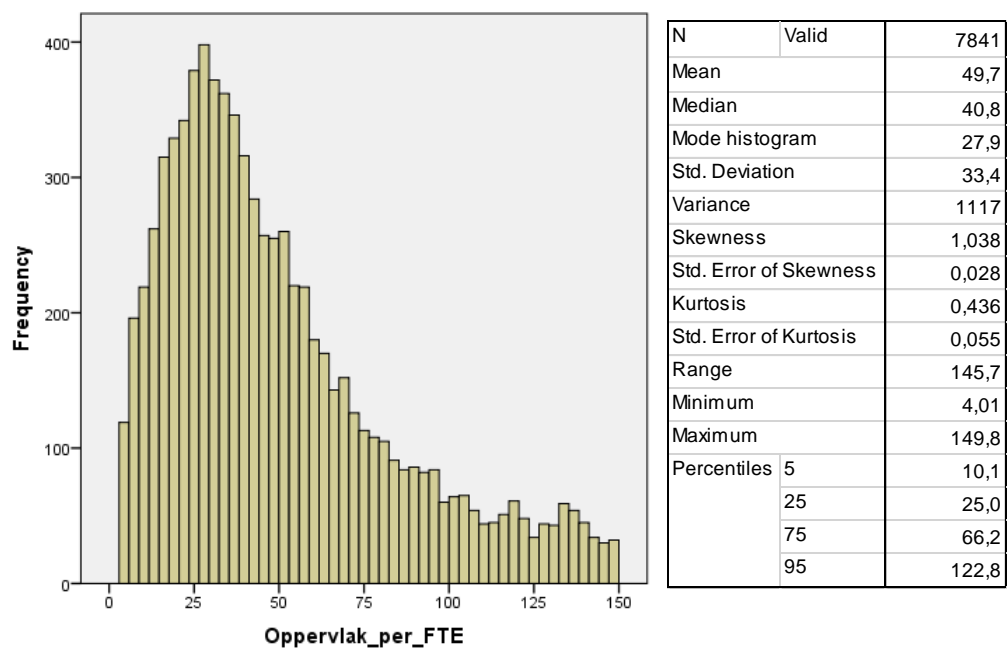
B.9 Het werkelijk gevonden ruimtegebruik, ongewogen gemiddelde

De frequentietabel in Figuur 79 geeft de resultaten van onze eigen SPSS analyse weer. De figuur toont hoe vaak een bepaald ruimtegebruik in m^2 GO per FTE voorkomt in de SPSS populatie. De histogram-**modus** van $27,9 \text{ m}^2$ GO/FTE, welke de waarde weergeeft die het vaakst voorkomt, ligt dicht bij het eerder gevonden

⁴⁷ Noot dat hier diverse bewerkingen en filters achter zitten. Vanuit LISA (N=995) en het ABR (N=7.172) is het aantal werknemers bekend (zie Bijlage A), waarmee het ruimtegebruik per fte is bepaald. Het LISA werknemersaantal is hierbij omgezet naar een indicatie voor fte. Relatie fte ABR/LISA volgens 2-tailed Pearson toets: 0,874 (N=326). Wanneer LISA geen waarde had toegekend aan een kantoor, is de waarde vanuit het ABR gekozen. Een ruimtegebruik lager dan 4 m^2 GO per fte wordt als onaannemelijk geacht en is genegeerd via een ingestelde onderwaarde. Wanneer 15 m^2 VVO/fte als optimale bezetting wordt beschouwd, kan berekend worden dat bij 115 m^2 VVO/fte (150 m^2 GO/fte) er sprake is van 87% leegstand; dit kiezen we als bovengrens. Deze uiterste waarden zijn dan ook terug te vinden als minimum en maximum waarde bij Figuur 79. Bij deze ingestelde grenzen blijkt dat in 40% van de situaties waarvoor informatie van LISA is ontvangen, het aantal fte tot maximaal 10% afwijkt van wat het ABR aangeeft. Zo'n 20% van de kantoren wijkt tot maximaal 25% van het ABR af. De overige 40% van de kantoren wijkt verder af. Een aanbeveling is dieper in het LISA versus ABR vergelijk te duiken en aanvullende bronnen te zoeken.

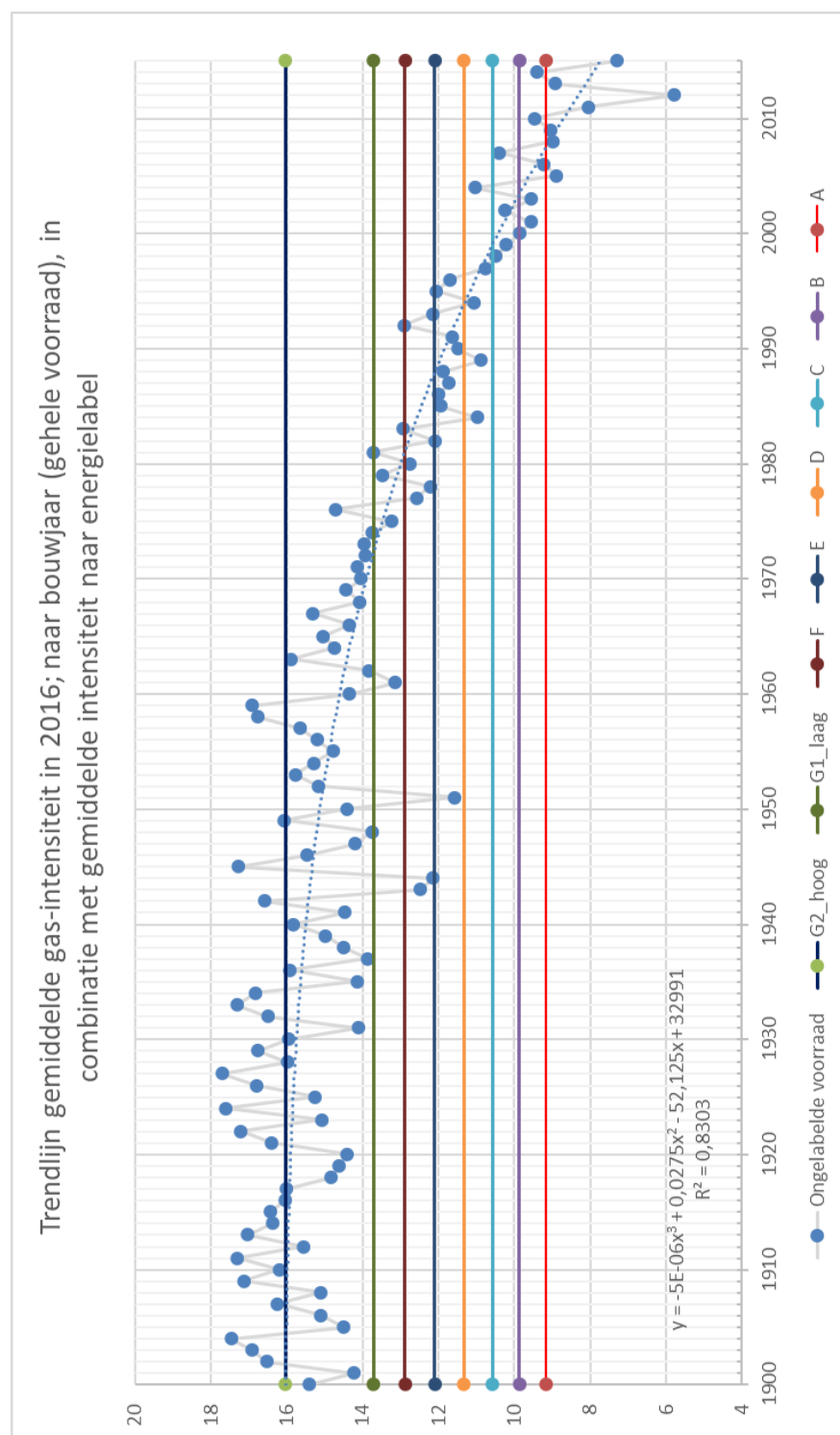
gewogen gemiddelde. Vanwege de grote nasleep van kantoren die een steeds grotere mate van leegstand hebben, ligt de **mediaan** met 40,8 m²/FTE, en het **ongewogen gemiddelde** met 49,7 m² GO/FTE hier ver vandaan. Omdat de grootte van een kantoor dit gemiddelde nu niet beïnvloed, wordt dit een ongewogen gemiddelde genoemd. Omdat er echter veel meer kleinere kantoren zijn dan grotere, zullen deze het ongewogen gemiddelde uiteindelijk relatief gezien toch meer beïnvloeden dan de grotere kantoren. De gevonden waarde is toegevoegd in rij 14 van Tabel 44.

Figuur 79 Ongewogen ruimtegebruik m² GO per FTE voor de SPSS kantoren met een FTE-indicatie (kopie van **Figuur 11**)

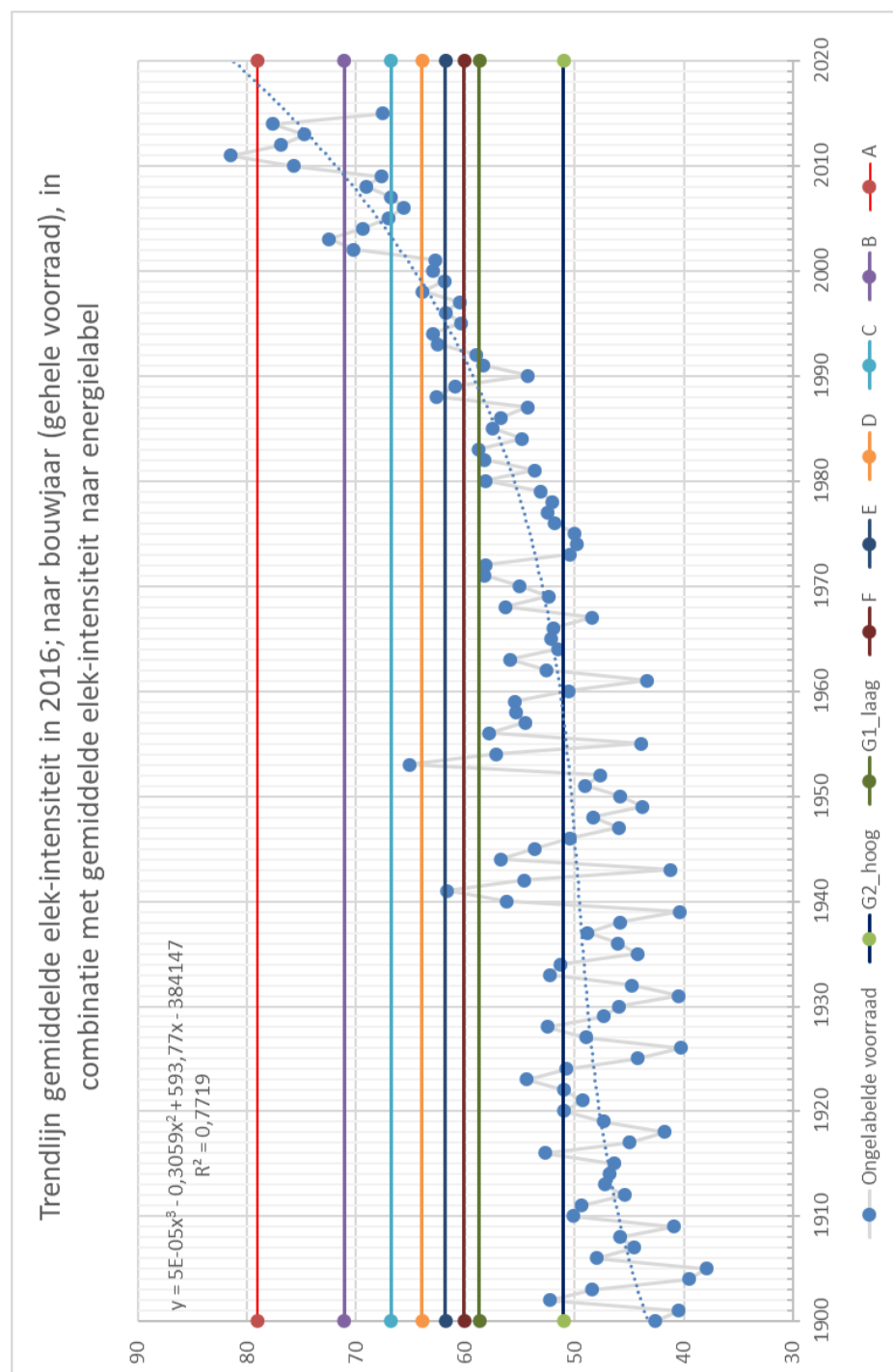


C Relatie intensiteiten origineel bouwjaar en labelklassen

Figuur 80 Gemiddelde gasintensiteiten gehele voorraad per bouwjaar (N=12.723), vergeleken met gemiddelde gasintensiteiten per labelklasse (N=1.833). Uitbreiding **Figuur 37**



Figuur 81 Gemiddelde elektriciteitsintensiteiten niet-gelabelde voorraad per bouwjaar (N=12.901), vergeleken met gemiddelde intensiteiten per labelklasse (N=1.802). Uitbreiding **Figuur 61**



D Originele en voor uitschieters gecorrigeerde intensiteiten

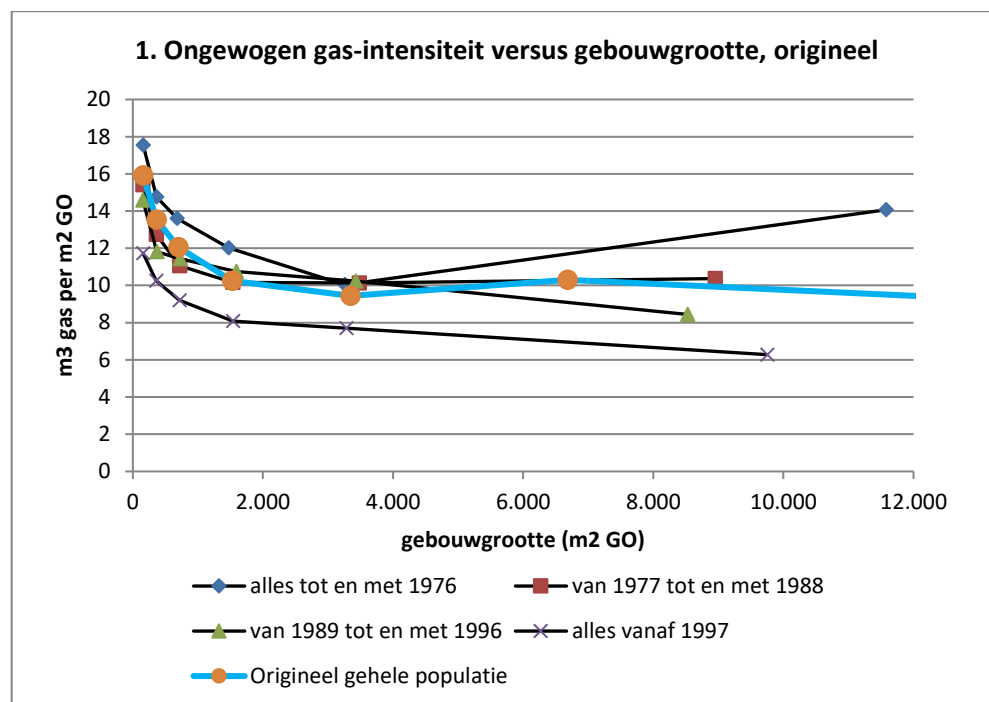
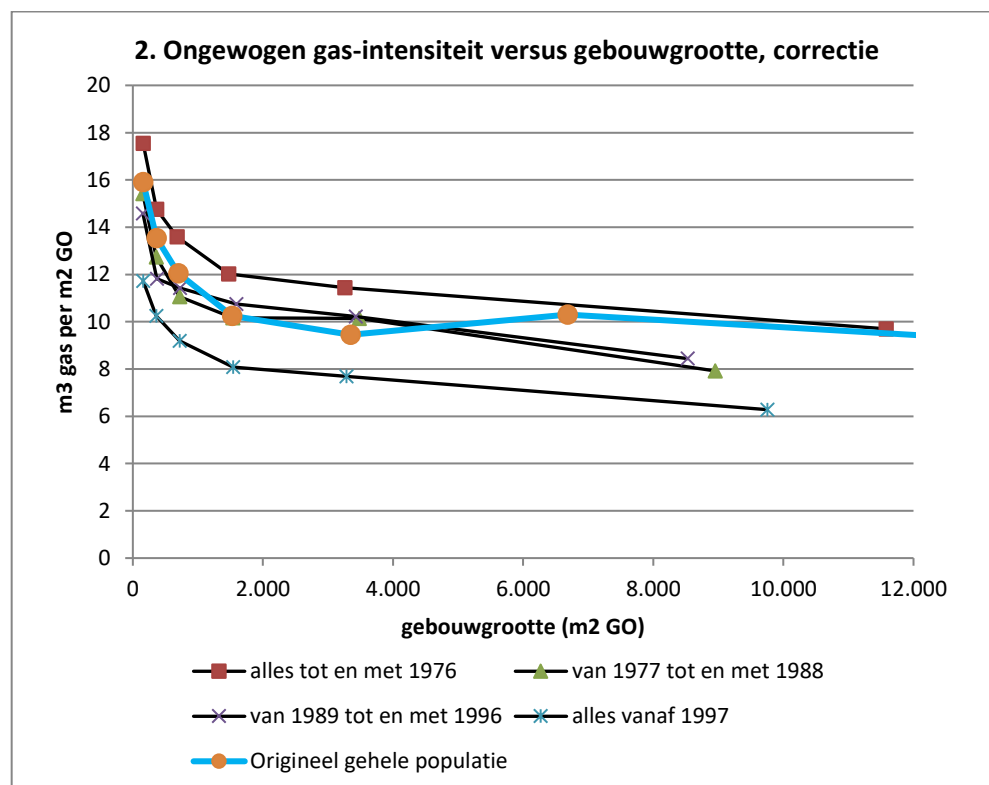
Als aanvulling op paragraaf 6.4.3 tonen onderstaande figuren paarsgewijs het verschil tussen originele en gecorrigeerde data voor de vier onderscheiden situaties. De zwarte lijnen geven de intensiteit naar bouwjaar- of labelklasse, uitgezet als functie van de (gemiddelde) grootte. De dikkere blauwe lijn toont de gemiddelde *originele* intensiteit van de gehele voorraad, zonder onderscheid naar label/grootteklassen:

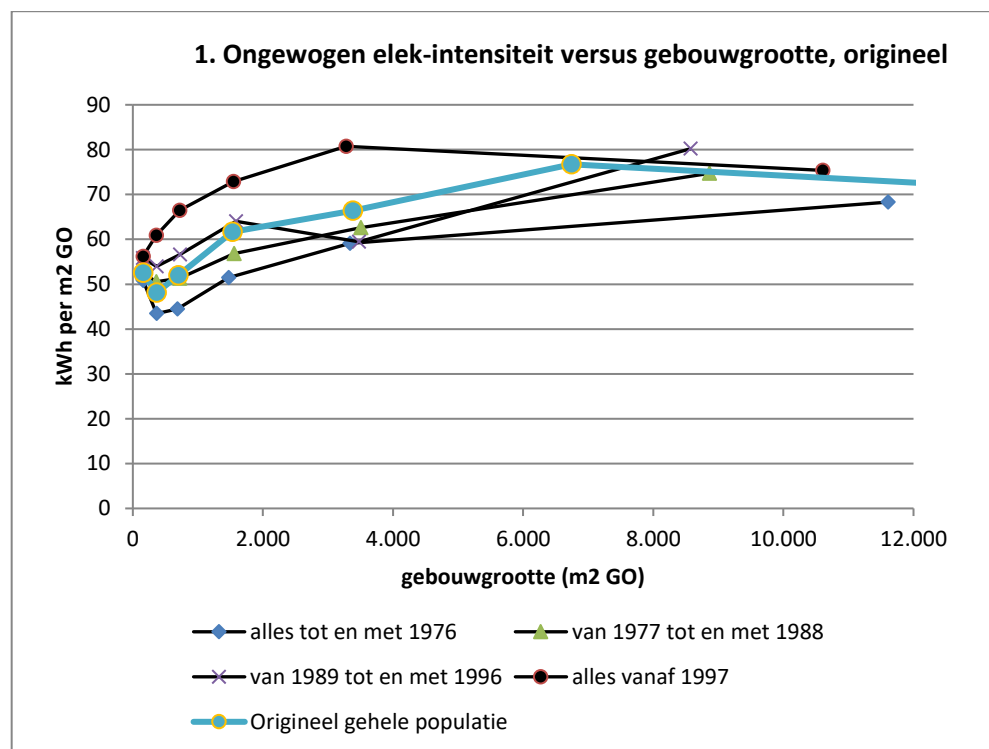
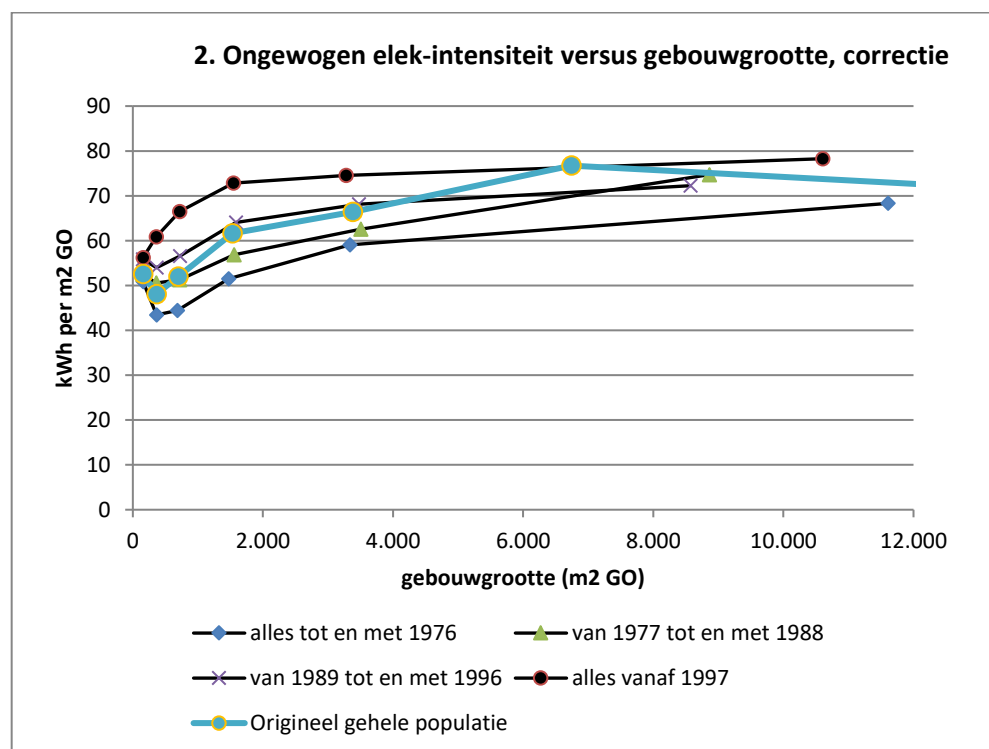
- [NietGel_gas]: Figuur 82 en Figuur 83
- [NietGel_elek]: Figuur 84 en Figuur 85

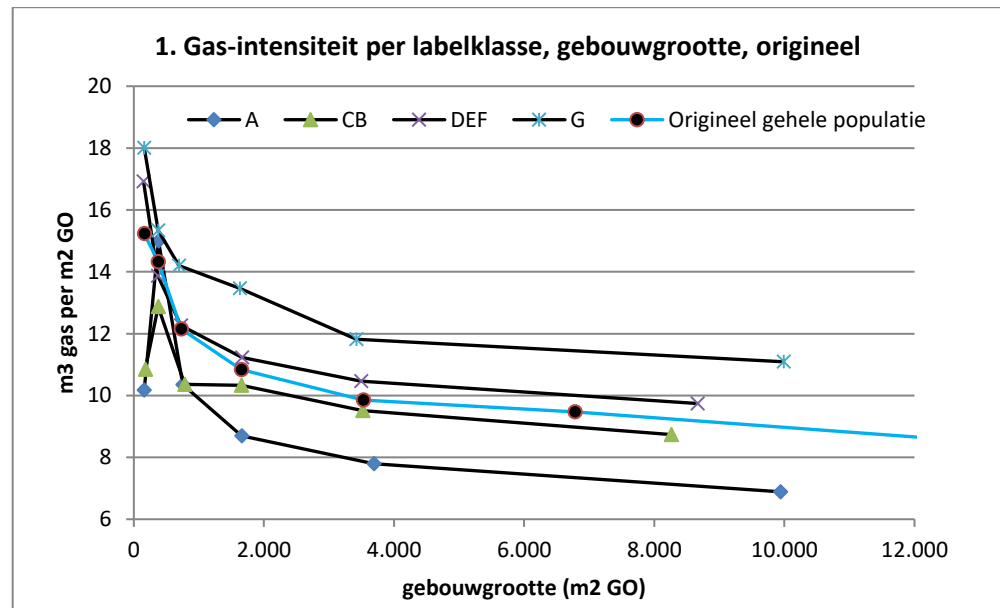
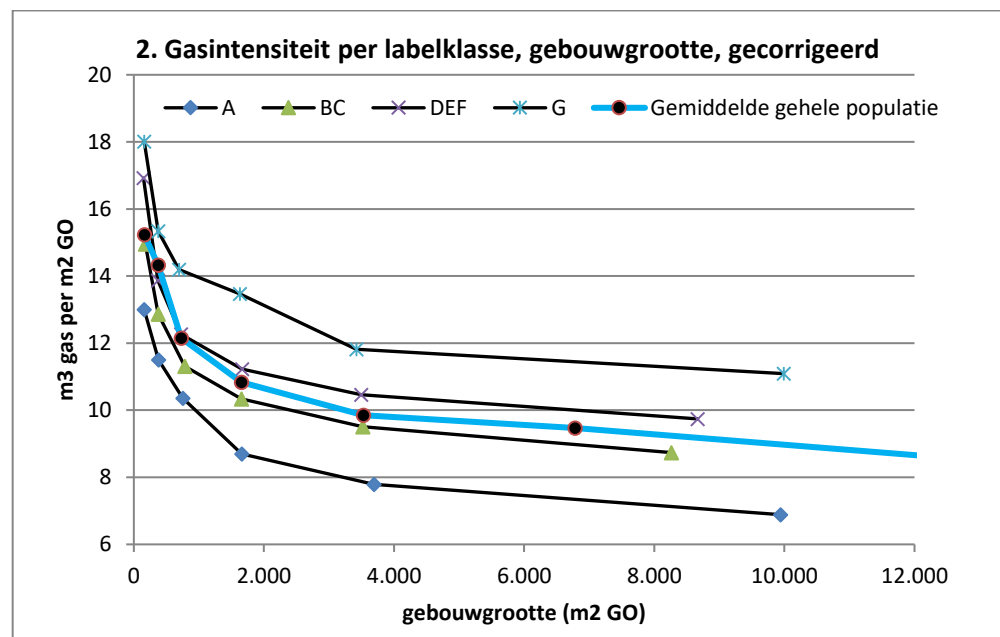
De gecorrigeerde data voor de niet-gelabelde voorraad was in een andere hoedanigheid al in paragraaf 2.3 als Figuur 7 en Figuur 8 getoond.

- [Gel_gas]: Figuur 86 en Figuur 87
- [Gel_elek]: Figuur 88 en Figuur 89

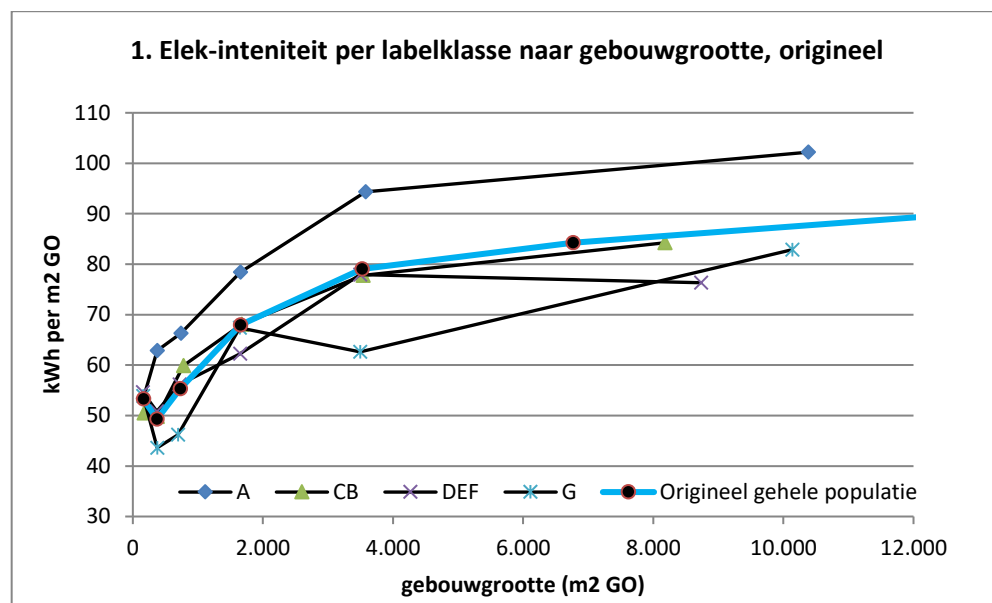
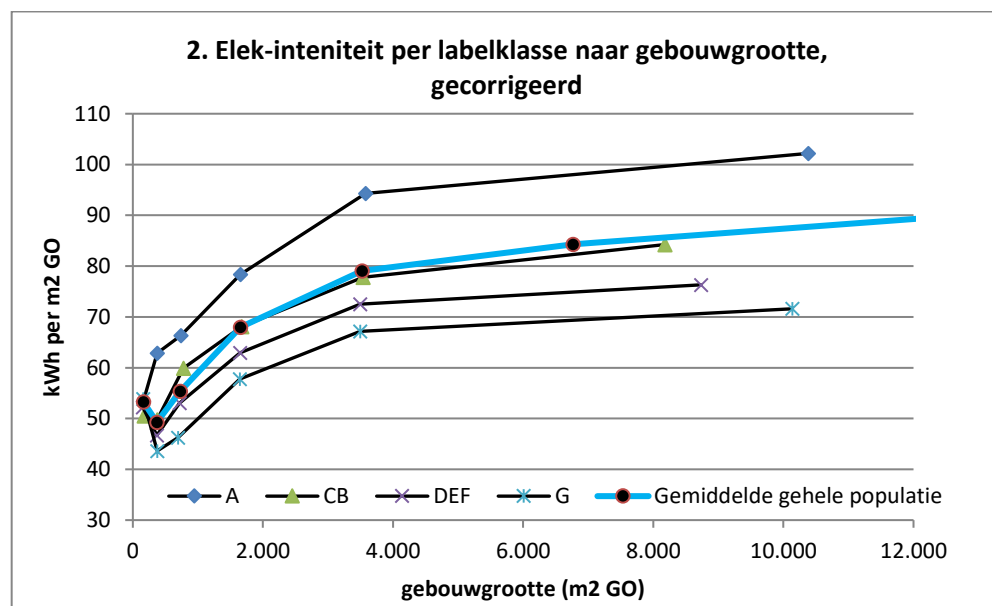
De gecorrigeerde data voor de gelabelde voorraad was in een andere hoedanigheid al in paragraaf 2.4.2 als Figuur 9 en Figuur 10 getoond.

Figuur 82 Origineel voor [NietGel_gas_origineel]: niet gelabeld, gasintensiteiten**Figuur 83** Correctie voor [NietGel_gas_correctie]: niet gelabeld, gasintensiteiten

Figuur 84 Origineel voor [NietGel_elek_origineel]: niet gelabeld, elektriciteitsintensiteiten**Figuur 85** Correctie voor [NietGel_elek_correctie]: niet gelabeld, elektriciteitsintensiteiten

Figuur 86 Origineel voor [Gel_gas_origineel]: gelabeld, gasintensiteit⁴⁸.**Figuur 87** Correctie voor [Gel_gas_correctie]: gelabeld, gasintensiteit

⁴⁸ Bij het gasverbruik zijn ook de op het eerste gezicht lage waarden van de allerkleinste kantoren tot 250 m² GO weggewerkt. Dit is een dubieuze correctie; op zich lijkt hier wat trendmatigs in te zitten; misschien hebben de allerkleinste kantoren een andere dimensionering t.o.v. de kantoren die qua grootte volgen (is meer onderzoek naar nodig). Echter, bij deze benchmarkbenadering waar gezocht wordt naar een best-fit functievergelijking is dit niet werkzaam.

Figuur 88 Origineel voor [Gel_elek_origineel]: gelabeld, elektriciteitsintensiteiten**Figuur 89** Correctie voor [Gel_elek_correctie]: gelabeld, elektriciteitsintensiteiten

E Parameters benchmarkformule

De parameters die in de formule van paragraaf 6.4.5 worden gebruikt zijn in de aangeboden Excel opgenomen als tabblad:

Benchmark_parameters

Ze worden hieronder aanvullend getoond voor:

- [NietGel_gas_BestFit]: Tabel 47
- [NietGel_elek_BestFit]: Tabel 48
- [Gel_gas_BestFit]: Tabel 49
- [Gel_elek_BestFit]: Tabel 50

Factor [J] is nog een experimentele en onnauwkeurige factor en dient nog niet toegepast te worden. Voor de hoogte ervan is eerst aanvullend onderzoek nodig.

$$y = Cx^{\lambda} \cdot I \cdot S \cdot J \cdot F_{graaddagen} \cdot F_{m2FTE}$$

$$J_{bouwjaarklasse} = (100\% - x\%)^{(kantoor_{jaar} - 2016)}$$

$$J_{labelklasse} = [(100\% - 0\%)^{(kantoor_{jaar} - 2016)}] = 100\%$$

$$F_{graaddagen} = \frac{Graaddagen \text{ kantoor (jaar \& locatie)}}{Graaddagen \text{ De Bilt 2016}}$$

$$F_{m2FTE_gas} = \frac{FTE_{keus}^{-0,125}}{FTE_{gem}^{-0,125}}$$

$$F_{m2FTE_elek} = \frac{FTE_{keus}^{-0,359}}{FTE_{gem}^{-0,359}}$$

Tabel 47 Parameters functievergelijking best-fit **Figuur 67**; aangevuld met date bezettingsgraad, niet-gelabeld, gas-intensiteiten

7 trendlijnen	afkomstig van 4 trendlijnen	factor [C]	factor [A]	factor [S]	factor [I]	FTE_gem: gemiddelde bezettingsgraad in m2/FTE	FTE_keus: kan de modale bezettingsgraad zijn, of de werkelijke	factor [J]
1. tot en met 1921	1. tot en met 1976	32,9293	-0,1327	1,0081	1,00	52,17	42,50	0,95
2. van 1922 tot en met 1966	1. tot en met 1976	32,9293	-0,1327	1,0166	1,00	52,17	42,50	0,95
3. van 1967 tot en met 1976	1. tot en met 1976	32,9293	-0,1327	0,9360	1,00	52,17	42,50	0,95
4. van 1977 tot en met 1988	2. van 1977 tot en met 1988	30,9288	-0,1473	1,0000	1,00	51,62	42,50	0,95
5. van 1989 tot en met 1996	3. van 1989 tot en met 1996	23,7920	-0,1182	1,0000	1,00	49,18	32,50	0,96
6. van 1997 tot en met 2010	4. vanaf 1997	24,4280	-0,1471	1,0085	1,00	51,54	37,50	0,98
7. vanaf 2010	4. vanaf 1997	24,4280	-0,1471	0,8480	1,00	51,54	37,50	0,98

Tabel 48 Parameters functievergelijking best-fit **Figuur 68**; aangevuld met date bezettingsgraad, niet gelabeld, elek-intensiteiten

7 trendlijnen	afkomstig van 4 trendlijnen	factor [C]	factor [A]	factor [S]	factor [I]	FTE_gem: gemiddelde bezettingsgraad in m2/FTE	FTE_keus: kan de modale bezettingsgraad zijn, of de werkelijke	factor [J]
1. tot en met 1921	1. tot en met 1976	27,5754	0,0908	0,9513	1,00	52,2	42,5	0,95
2. van 1922 tot en met 1966	1. tot en met 1976	27,5754	0,0908	1,0285	1,00	52,2	42,5	0,95
3. van 1967 tot en met 1976	1. tot en met 1976	27,5754	0,0908	1,0894	1,00	52,2	42,5	0,95
4. van 1977 tot en met 1988	2. van 1977 tot en met 1988	30,4998	0,0904	1,0000	1,00	51,6	42,5	0,96
5. van 1989 tot en met 1996	3. van 1989 tot en met 1996	35,8008	0,0814	1,0000	1,00	49,2	32,5	0,97
6. van 1997 tot en met 2010	4. vanaf 1997	38,4975	0,0813	0,9883	1,00	51,5	37,5	1,01
7. vanaf 2010	4. vanaf 1997	38,4975	0,0813	1,1351	1,00	51,5	37,5	1,01

Tabel 49 Parameters functievergelijking best-fit **Figuur 69**; aangevuld met date bezettingsgraad, gelabeld, gas-intensiteiten

7 trendlijnen	afkomstig van 4 trendlijnen	factor [C]	factor [A]	factor [S]	factor [I]	FTE_gem: gemiddelde bezettingsgraad in m2/FTE	FTE_keus: kan de modale bezettingsgraad zijn, of de werkelijke	factor [J]
A	A	29,2623	-0,1593	1,0000	1,00	41,1	32,5	1,00
B	BC	29,3645	-0,1378	0,9574	1,00	40,7	27,5	1,00
C	BC	29,3645	-0,1378	1,0270	1,00	40,7	27,5	1,00
D	DEF	30,8809	-0,1323	0,9457	1,02	41,0	27,5	1,00
E	DEF	30,8809	-0,1323	1,0099	1,00	41,0	27,5	1,00
F	DEF	30,8809	-0,1323	1,0763	1,00	41,0	27,5	1,00
G	G	31,0102	-0,1148	1,0000	1,00	50,5	32,5	1,00

Tabel 50 Parameters functievergelijking best-fit **Figuur 70**; aangevuld met date bezettingsgraad, gelabeld, elek-intensiteiten

7 trendlijnen	afkomstig van 4 trendlijnen	factor [C]	factor [A]	factor [S]	factor [I]	FTE_gem: gemiddelde bezettingsgraad in m2/FTE	FTE_keus: kan de modale bezettingsgraad zijn, of de werkelijke	factor [J]
A	A	23,5615	0,1623	1,0000	1,00	41,1	32,5	1,00
B	BC	22,1753	0,1497	1,0590	1,00	40,7	27,5	1,00
C	BC	22,1753	0,1497	0,9954	1,00	40,7	27,5	1,00
D	DEF	25,4712	0,1211	1,0049	1,00	41,0	27,5	1,00
E	DEF	25,4712	0,1211	0,9712	1,00	41,0	27,5	1,00
F	DEF	25,4712	0,1211	0,9445	1,00	41,0	27,5	1,00
G	G	26,7079	0,1044	1,0000	1,00	50,5	32,5	1,00

F Niet-gelabelde voorraad totaal besparingspotentieel

Het gas- en elektriciteitsverbruik van paragraaf 7.3.1 en 7.3.2 is in deze bijlage samengevoegd tot een totaal verbruik, uitgedrukt in kWh/jaar⁴⁹. Het aandeel gasverbruik binnen het totaalverbruik is 64%, en domineert daarom onderstaande tabellen. In Tabel 51 wordt het aandeel per bouwjaarklasse getoond. De match tussen werkelijk- en indicatief jaarverbruik is zeer goed (de eerdere gevonden afwijking heffen elkaar op).

Tabel 51 Vergelijk jaarlijks totaal energiegebruik niet-gelabelde voorraad op basis van werkelijke en indicatieve gasintensiteiten

	1	2	3
Bouwjaarklasse	werkelijk jaarverbruik als % van werkelijk totaal	indicatief jaarverbruik als % van indicatief totaal	indicatief jaarverbruik als % van werkelijk jaarverbruik
vanaf 2010 (≈A)	2%	2%	123%
1997 tot en met 2010 (≈A)	21%	21%	103%
1989 tot en met 1996 (≈B)	15%	15%	102%
1977 tot en met 1988 (≈C/D)	17%	17%	98%
1967 tot en met 1976 (≈E)	11%	10%	92%
1922 tot en met 1966 (≈F)	15%	15%	102%
tot en met 1921 (≈G)	20%	20%	101%
Totaal	100%	100%	101%

Tabel 52 toont de gerelateerd procentuele energiebesparing, ten opzichte van het *indicatieve* verbruik. Tabel 53 toont hetzelfde, maar nu op grond van het *werkelijk* elektriciteitsverbruik van de niet-gelabelde voorraad. De voorraad naar label C renoveren, levert een werkelijke energiebesparing van 14% op. Dit ligt maar liefst 12 procentpunt hoger in vergelijking tot het berekend besparingspotentieel op grond van indicatieve kentallen.

⁴⁹ Een standaard kubieke meter gas heeft een bovenwaarde van 35,17 MJ. Een kWh heeft een energie inhoud van 3,6 MJ. Dus 1 m³ gas komt overeen met (35,17 MJ/3,6 MJ)= 9,769 kWh

Tabel 52 Aan Tabel 23 gerelateerd indicatieve procentuele totale energiebesparing gas+elek, ten opzichte van het indicatief verbruik niet-gelabelde voorraad

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1997 tot en met 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1989 tot en met 1996 (\approx B)	-1%	-2%	0%	0%	0%	0%	0%
1977 tot en met 1988 (\approx C/D)	-2%	-3%	0%	0%	0%	0%	0%
1967 tot en met 1976 (\approx E)	2%	1%	0%	2%	0%	0%	0%
1922 tot en met 1966 (\approx F)	12%	10%	8%	7%	6%	2%	0%
tot en met 1921 (\approx G)	11%	9%	6%	6%	3%	0%	0%
Totaal	4%	2%	2%	2%	2%	0%	0%

Tabel 53 Aan Tabel 23 gerelateerd realistische totale energiebesparing gas+elek, ten opzichte van het werkelijk verbruik niet-gelabelde voorraad

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (\approx A)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1997 tot en met 2010 (\approx A)	11%	11%	10%	10%	9%	8%	6%
1989 tot en met 1996 (\approx B)	15%	14%	13%	13%	13%	11%	10%
1977 tot en met 1988 (\approx C/D)	13%	13%	13%	13%	13%	11%	10%
1967 tot en met 1976 (\approx E)	20%	21%	21%	22%	22%	19%	16%
1922 tot en met 1966 (\approx F)	19%	18%	17%	17%	17%	15%	13%
tot en met 1921 (\approx G)	18%	18%	17%	16%	16%	14%	12%
Totaal	15%	15%	14%	15%	14%	12%	10%
Verskil in %-punt werkelijk minus indicatief	12%	13%	12%	12%	12%	12%	10%

De 'gecorrigeerde besparingspercentages' die volgen, zijn vrijwel identiek en worden getoond in Tabel 54. In combinatie met een indicatief totaal verbruik voor gas en elektriciteit, uitgedrukt in kWh/jaar, geven deze een indicatief besparingspotentieel dat het dichts het hier gevonden werkelijk besparingspotentieel benadert.

Tabel 54 'Gecorrigeerde besparingspercentages' om gecombineerd te worden met indicatieve totaal-intensiteiten, uitgedrukt in kWh/m² GO.

Bouwjaar-/labelklasse	A	B	C	D	E	F	G
vanaf 2010 (\approx A)	0,3%	0,4%	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%
1997 tot en met 2010 (\approx A)	11,1%	10,4%	9,4%	9,5%	8,7%	7,6%	5,8%
1989 tot en met 1996 (\approx B)	14,5%	13,9%	13,1%	13,2%	12,6%	11,2%	9,3%
1977 tot en met 1988 (\approx C/D)	13,2%	13,6%	13,2%	13,5%	12,8%	11,7%	9,8%
1967 tot en met 1976 (\approx E)	21,9%	22,9%	23,2%	24,3%	23,6%	20,5%	17,6%
1922 tot en met 1966 (\approx F)	18,1%	17,5%	16,8%	17,0%	16,2%	14,9%	12,7%
tot en met 1921 (\approx G)	17,8%	17,3%	16,4%	16,2%	15,5%	13,9%	11,7%
Totaal	15,2%	15,0%	14,3%	14,5%	13,8%	12,3%	10,3%

G Gelabelde voorraad totaal besparingspotentieel

Het gas- en elektriciteitsverbruik van 7.4.1 en 7.4.2 is in deze bijlage samengevoegd tot een totaal verbruik, uitgedrukt in kWh/jaar. Het aandeel gasverbruik binnen het totaalverbruik is 55%, dat 9-procentpunt lager ligt in vergelijking tot de niet-gelabelde voorraad. In Tabel 57 wordt het aandeel per bouwjaarklasse getoond. De match tussen werkelijk- en indicatief jaarverbruik is goed. De reden is dat de eerdere gevonden afwijking bij het vergelijken van het gas- en elektriciteitsverbruik elkaar nu deels opheffen.

Tabel 55 Vergelijk jaarlijks totaal energiegebruik gelabelde voorraad op basis van werkelijke en indicatieve gasintensiteiten

	1	2	3
Bouwjaarklasse	werkelijk jaarverbruik als % van werkelijk totaal	indicatief jaarverbruik als % van indicatief totaal	indicatief jaarverbruik als % van werkelijk jaarverbruik
A	19%	20%	103%
B	10%	11%	110%
C	16%	16%	97%
D	15%	15%	99%
E	11%	12%	105%
F	9%	8%	93%
G	19%	19%	99%
Totaal	100%	100%	101%

Tabel 56 toont de gerelateerd procentuele energiebesparing, ten opzichte van het *indicatieve* verbruik. De voorraad naar label C renoveren, levert een indicatieve energiebesparing van slechts 1% op.

Tabel 56 Aan Tabel 55 gerelateerd procentuele totale energiebesparing gas+elek, ten opzichte van het indicatief verbruik gelabelde voorraad

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
C	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
D	0%	-1%	-2%	0%	0%	0%	0%
E	1%	0%	-1%	1%	0%	0%	0%
F	4%	3%	2%	4%	3%	0%	0%
G	9%	8%	8%	9%	8%	6%	0%
Totaal	3%	2%	1%	2%	2%	1%	0%

Tabel 57 toont hetzelfde, maar nu op grond van het *werkelijk* elektriciteitsverbruik. De voorraad naar label C renoveren, levert nu een werkelijke energiebesparing van 12% op.

Tabel 57 Aan Tabel 55 gerelateerd totale energiebesparing gas+elek, ten opzichte van het werkelijk verbruik gelabelde voorraad

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	11%	11%	10%	11%	10%	9%	8%
B	8%	9%	8%	7%	7%	6%	5%
C	13%	13%	12%	12%	12%	10%	8%
D	10%	10%	10%	10%	10%	9%	7%
E	6%	6%	6%	8%	8%	5%	4%
F	17%	17%	18%	19%	18%	17%	15%
G	17%	17%	16%	17%	17%	16%	13%
Totaal	12%	12%	12%	12%	12%	10%	9%
Vershil in %-punt werkelijk minus indicatief	9%	10%	10%	10%	10%	9%	9%

De 'gecorrigeerde besparingspercentages' die volgen, zijn vrijwel identiek en worden getoond in Tabel 54. In combinatie met een indicatief totaal verbruik voor gas en elektriciteit, uitgedrukt in kWh/jaar, geven deze een indicatief besparingspotentieel dat het dichts het hier gevonden werkelijk besparingspotentieel benadert.

Tabel 58 'Gecorrigeerde besparingspercentages' om gecombineerd te worden met indicatieve totaal-intensiteiten, uitgedrukt in kWh/m² GO.

Renovatie naar labelklasse:	A	B	C	D	E	F	G
A	11,0%	10,8%	10,0%	10,4%	9,8%	9,1%	7,4%
B	7,7%	7,8%	7,6%	6,6%	6,1%	5,3%	4,4%
C	12,9%	13,2%	12,8%	12,5%	12,0%	10,7%	8,6%
D	10,2%	10,6%	9,7%	10,2%	9,8%	8,8%	7,2%
E	5,6%	5,5%	6,0%	7,8%	8,1%	5,1%	3,6%
F	18,3%	18,4%	18,9%	19,8%	19,3%	18,2%	15,5%
G	17,0%	17,1%	16,3%	17,7%	17,1%	15,8%	13,3%
Totaal	11,9%	12,0%	11,6%	12,1%	11,7%	10,4%	8,5%

H Inzicht analyses naar populatiegrootte en samenhang eerdere onderzoeken

Deze bijlage toont voor hoofdstukken en paragrafen (1) welk deel van de populatie is geanalyseerd (gelabeld, niet-gelabeld, totale populatie), (2) de grootte [N] van de geanalyseerde populatie, (3) of er wordt vergeleken met eerdere onderzoeken en (4) of de EPA berekende intensiteit is meegenomen in de analyse. De grootte van de populatie is overigens ook vermeld in de titel van de figuren die de resultaten tonen. De grootte van een geanalyseerde EPA-berekende populatie is niet in deze bijlage opgenomen, maar is ook terug te vinden in de betreffende figuren.

		N=aantal geanalyseerde kantoren (voor gemeten waarden)			Wordt er vergeleken met voorgaande onderzoeken?	Wordt er vergeleken met EPA berekende intensiteiten?
Sectie	Omschrijving	Gelabelde en niet gelabelde SPSS kantoren	Niet-gelabelde SPSS kantoren	Gelabelde SPSS kantoren		
2.3	De SPSS kantorenvoorraad nader bekeken	16.252				
2.4	De gelabelde SPSS kantorenvoorraad nader bekeken			2.557		
2.5	Analyse ruimtegebruik per fte	7.841				
3.2	Gasintensiteit gehele voorraad (geen stadsverwarming)	12.903			verbruik 2013 en historisch extern gevonden	
3.3	Gelabelde versus niet-gelabelde voorraad (geen stadsverwarming). Gehele voorraad vergeleken	12.903	10.890	2.013		ja
3.4	Gelabelde voorraad (enkel HR-ketel) gebruiksjaar 2016 versus 2015		Enkel HR-ketel omdat ander onderscheid niet gemaakt kan worden.	1.833	verbruik 2015	ja
3.5.1 / 3.5.2 / 3.5.3	Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen naar grootte & label			1.835		
3.5.4 / 3.5.5	Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen met bezettingsgraad			964		
3.6.1	Overige aspecten, invloed origineel bouwjaar			1.833		
3.6.2	Overige aspecten, relatie labelklassen versus origineel bouwjaar, enkel HR-ketel	12.723	10.890	1.833		ja
3.6.3	Overige aspecten, gasverbruik per fte			964		

		N=aantal geanalyseerde kantoren (voor gemeten waarden)					
	Secie	Omschrijving	Gelabelde en niet gelabelde SPSS kantoren	Niet-gelabelde SPSS kantoren	Gelabelde SPSS kantoren	Wordt er vergeleken met voorgaande onderzoeken?	Wordt er vergeleken met EPA berekende intensiteiten?
4.2		Elektriciteitsintensiteit gehele voorraad (geen stadsverwarming)	13.047			verbruik 2013 en historisch extern gevonden	
4.3		Gelabelde versus niet-gelabelde voorraad (geen stadsverwarming). Gehele voorraad vergeleken	13.047	11.099	1.948		ja
4.4		Gelabelde voorraad (enkel HR-ketel) gebruiksjaar 2016 versus 2015		Enkel HR-ketel omdat ander onderscheid niet gemaakt kan worden.	1.802	verbruik 2015	ja
4.5.1 / 4.5.2 / 4.5.3		Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen naar grootte & label			1.802		
4.5.4 / 4.5.5		Gelabelde voorraad 2016 verder opdelen met bezettingsgraad			865		
4.6.1		Overige aspecten, invloed origineel bouwjaar			1.802		
4.6.2		Overige aspecten, relatie labelklassen versus origineel bouwjaar, enkel HR-ketel	12.901	11.099	1.802		
4.6.3		Overige aspecten, gasverbruik per fte			865		
5.3		Het verbruik van de leegstaande voorraad_gas	82				
5.3		Het verbruik van de leegstaande voorraad_elektriciteit	70				
6.3		Correctiefactor bezettingsgraad_gas	7592				
6.3		Correctiefactor bezettingsgraad_electriciteit	7157				
6.4		Benchmarkdata_gas, enkel HR-ketel		10.890	1.833		
6.4		Benchmarkdata_elektriciteit, enkel HR-ketel		11.099	1.802		