Ontwikkeling energiekentallen utiliteitsgebouwen

Een analyse van 24 gebouwtypen in de dienstensector en 12 industriële sectoren

J.M. Sipma
M.D.A. Rietkerk

Januari 2016
ECN-E--15-068



Verantwoording

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft ECN energiekentallen bepaald voor 24 verschillende gebouwtypen binnen de dienstensector, en voor bedrijfshallen in 12 onderscheiden industriële sectoren. De kentallen betreffen het gas-, en elektriciteitsverbruik per vierkante meter vloeroppervlak; ook wel omschreven als energie-intensiteiten.

Voor diverse gebouwtypen waren in het verleden door diverse bronnen energiekentallen verzameld; o.a. via de periodieke enquêtes van het zogenaamde Ubouwpanel (Hoevenagel, 2012). Vanwege de relatief kleine steekproef in deze bronnen, ten opzichte van de gehele gebouwvoorraad, was het voorheen de vraag in hoeverre de kentallen daadwerkelijk representatief waren. In dit onderzoek is aan dit gemis tegemoet gekomen door enkele grootschalige databronnen met elkaar te combineren. Vanwege de sterk toegenomen populatiegrootte was het in dit onderzoek mogelijk om naast gemiddelde kentallen, ook de gerelateerde bandbreedte te bepalen. Ter illustratie; voor maar liefst 45.000 kantoorruimtes zijn energiekentallen berekend. Tevens zijn relaties gelegd met bouwjaar- en grootteklassen.

ECN tracht sinds een aantal jaren, in samenwerking met het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) om het 'referentiebeeld van de utiliteitsector' te verbeteren als input voor energie gerelateerde onderzoeken. Dit huidige onderzoek draagt hier aan bij en kan gezien worden als een verbeterd inzicht ten opzichte van vergelijkbare verzamelde kentallen zoals eerder opgenomen in (Sipma, 2014). Naast inzet van de kentallen bij onderzoek dat het energiebesparingsbeleid ondersteunt, kunnen de kentallen gebruikt worden als benchmark, zowel door individuele bedrijven als ook voor energiescans.

Aanvullend op deze rapportage wordt een bijlage in de vorm van een Excel file aangeboden, te downloaden via de ECN websites, onder 'publicaties'.

De auteurs danken Matthieu Zuidema en Jorrit Bakker van het EIB voor het gezamenlijk optrekken in dit project.

Contactpersoon bij ECN is Jeffrey Sipma (088 515 4315, sipma@ecn.nl).
Het interne projectnummer bij ECN is 5.3511.

"Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en de nodige zorgvuldigheid is betracht bij de totstandkoming daarvan kan ECN geen aansprakelijkheid aanvaarden jegens de gebruiker voor fouten, onnauwkeurigheden en/of omissies, ongeacht de oorzaak daarvan, en voor schade als gevolg daarvan. Gebruik van de informatie in het rapport en beslissingen van de gebruiker gebaseerd daarop zijn voor rekening en risico van de gebruiker. In geen enkel geval zijn ECN, zijn bestuurders, directeuren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders."

Abstract

In this research, commissioned by the Ministry of Infrastructure and the Environment, ECN determined the average gas and electricity consumption per square meter of floor space – or energy intensity – for 24 different building types within the commercial sector and a few industrial sectors.

Several sources had gathered energy intensities for different building types in the past. Whether these figures were truly representative was unclear, because of the relatively small sample size in these sources compared to the entire building stock. In this novel study the problem of small sample sizes is overcome by combining a number of large primary data sources that were not previously connected and thus did not allow for energy intensities to be determined. We were able to determine not only energy intensities, but also the related bandwidth of intensities, due to the greatly increased population size in this study. Furthermore, the relationship between observed intensity figures with the year of construction and building size has been determined.

ECN, in cooperation with EIB, has been working for several years to improve the data availability and data quality of the commercial sector as an input for energy-related studies. This present study significantly improves our understanding of energy use in the commercial sector compared to previous estimates; for example as reported by Sipma (2014).The data can be used for benchmarking, both by individual companies as well during energy scans. In addition, it can be used more generally for research that supports the development of energy policy in this sector. In addition to this report, an Excel file with additional data is available.

Inhoudsopgave

	Samenvatting	**7**
1	**Inleiding**	**11**
1.1	Aanleiding tot deze studie	11
1.2	Doelstelling	12
1.3	Leeswijzer	12
2	**Methode**	**13**
2.1	Inleiding	13
2.2	Inzicht achterliggend databestand	13
2.3	Onderscheid naar bouwjaarklassen	18
2.4	Graaddagencorrectie	18
2.5	Leegstand, renovaties en warmtepompen	20
2.6	De statistische analyse	20
2.7	Kentallen	22
3	**Gas-intensiteiten kantoren**	**24**
3.1	Inleiding	24
3.2	Frequentieverdeling gehele voorraad	24
3.3	Gas-intensiteit en voorraad naar gebouwgrootte	25
3.4	Gas-intensiteit naar bouwjaarklassen	27
3.5	Gas-intensiteit en voorraad naar gebouwgrootte binnen bouwjaarklassen	28
3.6	Gas-intensiteit en voorraad naar SBI-hoofdafdelingen	30
4	**Elektriciteit-intensiteiten kantoren**	**32**
4.1	Inleiding	32
4.2	Frequentieverdeling gehele voorraad	32
4.3	Elektriciteit-intensiteit en voorraad naar gebouwgrootte	34
4.4	Elektriciteit-intensiteit naar bouwjaarklassen	35
4.5	Elektriciteit-intensiteit naar gebouwgrootte binnen bouwjaarklassen	36
4.6	Elektriciteit-intensiteit en voorraad naar SBI-hoofdafdelingen	38

5 Overige gebouwtypen 40
5.1 Inleiding 40
5.2 Ongewogen intensiteiten gebouwtypen dienstensector 41
5.3 Invloed gebouwgrootte en gewogen gas-intensiteiten 42
5.4 Invloed gebouwgrootte en gewogen elektriciteit-intensiteiten 44
5.5 Ongewogen intensiteiten naar bouwjaarklassen 45
5.6 Intensiteiten bedrijfshallen in de industrie 45

Referenties 49

Bijlagen

A. Toelichting BAG 51
B. Onderscheiden gebouwtypen 56
C. Percentage gas ruimteverwarming 58
D. Aandeel kantoren 59
E. Factor 2013 voor koeldagencorrectie 60
F. Ongewogen gas- en elektriciteit-intensiteten dienstensector 61
G. Ongewogen totaal- en primair-ìntensiteiten dienstensector 62
H. Gewogen intensiteiten als % van ongewogen intensiteiten 63
I. Ongewogen primaire-intensiteiten industriële branches, gesorteerd 64

Samenvatting

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft ECN energiekentallen bepaald voor 24 verschillende gebouwtypen binnen de dienstensector, en enkele industriële subsectoren. De keuze voor gebouwtypen en subsectoren is bepaald door de branches waarvoor erkende maatregelenlijsten zijn gemaakt in het kader van de intensivering van handhaving energiebesparingseisen uit de Wet Milieu beheer. De kentallen betreffen het gas-, en elektriciteitsverbruik per vierkante meter vloeroppervlak; ook wel omschreven als de gas- en elektriciteit-intensiteit.

Ongewogen- versus gewogen intensiteiten
In dit onderzoek maken we onderscheid naar ongewogen- en gewogen intensiteiten. Bij de ongewogen intensiteiten is de intensiteit van elke individueel gebouw gedeeld door het aantal gebouwen. Dit geeft dus het gemiddeld verbruik per m^2 en per gebouw. Dus je zou je kunnen voorstellen dat uit ieder gebouw 1 m^2 is gehaald en dat van al deze losse vierkante meters een gemiddelde is bepaald. Maar een groot gebouw heeft veel meer vierkante meters dan een klein gebouw en zou in een *gewogen* gemiddelde zwaarder moeten meetellen. Van de andere kant zijn er, afhankelijk van het gebouwtype, veel meer kleinere dan grote gebouwen, wat hiervoor zal compenseren.

Aanvullend wordt daarom een gewogen intensiteit bepaald, door eenvoudigweg het totale verbruik van alle gebouwen van een bepaald gebouwtype te delen door het totaal gerelateerd oppervlak. Het eerste ongewogen gemiddelde is de intensiteit die gebruikt kan worden bij bijv. benchmarken. Het gewogen gemiddelde zou gebruikt moeten worden om het totaal verbruik van een gebouwtype in Nederland te bepalen.

SAMENVATTING DIENSTENSECTOR

Ongewogen intensiteiten
De belangrijkste resultaten vormen de ongewogen gas- en elektriciteit-intensiteiten. Deze geven het verbruik per vierkante meter zonder rekening te houden met het aantal kleinere, dan wel grotere gebouwen binnen een populatie. **Tabel 1** toont de resultaten voor de ongewogen gas- en elektriciteit-intensiteiten. In Bijlage F is de tabel gesplitst voor de gas-, en elektriciteit-intensiteiten, en is deze gesorteerd van hoog naar laag.

Tabel 1: Ongewogen intensiteiten voor de 24 in dit onderzoek geanalyseerde gebouwtypen binnen de dienstensector (herhaling van **Tabel 13**)

#	Branche en/of rubriek	Gebouwtype	Gas-intensiteit m3/m2	Elek-intensiteit kWh/m2	Totaal kWh/m2
01	kantoor	kantoor	17	60	223
02	zorgsector	ziekenhuis	23	49	278
03	zorgsector	tehuis met overnachting	19	55	243
04	zorgsector	opvang zonder overnachting	20	59	258
05	zorgsector	medische (groeps)praktijk	18	56	229
06	onderwijs	basisschool	15	28	172
07	onderwijs	voortgezet onderwijs	13	37	166
08	onderwijs	MBO/HBO/ universiteit	15	50	193
09	detailhandel	supermarkt	20	254	453
10	detailhandel	winkel zonder koeling	16	100	252
11	horeca	café/restaurant	34	214	549
12	horeca	hotel	25	84	330
13	horeca	vakantiepark	19	39	223
14	horeca	sauna	34	143	478
15	cultuur	museum	17	53	216
16	cultuur	theater	15	115	261
17	sport	sportaccommodatie binnen	16	63	216
18	sport	sportaccommodatie buiten	16	84	240
19	sport	zwembad	51	136	635
20	bedrijfshal	datacenter	10	2003	2104
21	bedrijfshal	garage/showroom	15	50	197
22	bedrijfshal	autoschadeherstelbedrijf	15	54	204
23	bedrijfshal	groothandel met koeling	13	131	254
24	bedrijfshal	groothandel zonder koeling	10	42	140

Ongewogen gasintensiteit afhankelijk van gebouwgrootte en bouwjaarklasse

Veelal neemt de ongewogen gas-intensiteit af met gebouwgrootte. Dit komt doordat een groter gebouw een gunstiger verhouding heeft tussen warmteverliesoppervlak (de gebouwschil) en gebruiksoppervlakte. Er zijn echter uitzonderingen; dit lijken de gebouwtypen te zijn waarbij een groter aandeel gasverbruik naar andere toepassingen gaat dan ruimteverwarming. Vaak zijn recentere gebouwen groter en bovendien beter geïsoleerd. Daarom neemt de intensiteit voor de meeste gebouwtypen ook af met een recentere bouwjaarklasse.

Afhankelijkheid ongewogen elektriciteit-intensiteit minder duidelijk

De relatie tussen de ongewogen elektriciteit-intensiteit en gebouwgrootte en bouwjaarklasse is minder goed te duiden. Bij een aantal gebouwtypen neemt de elektriciteit-intensiteit zowel met de grootte, als met een recenter bouwjaar toe; mogelijke vanwege een toename van ICT-toepassingen en de aanwezigheid van mechanische ventilatie. Voor andere gebouwtypen neemt deze juist af, of eerst af- en daarna weer toe, of is deze afhankelijkheid niet duidelijk.

Gewogen intensiteiten

De opbouw naar gebouwgrootte en bouwjaarklasse binnen de totale voorraad van een gebouwtype bepaalt uiteindelijk de waarde van een *gewogen* intensiteit. Gebleken is dat de afhankelijkheid met gebouwgrootte hierbij sterk dominant is. De gewogen gas-intensiteit ligt voor de dienstensector, geaggregeerd voor alle geanalyseerde

gebouwtypen, zo'n 25% lager dan de ongewogen waarde. Dit komt omdat de grotere gebouwen domineren. Slechts twee gebouwtypen (ziekenhuis en sauna) hebben een gewogen gas-intensiteit welke hoger ligt. De geaggregeerde waarde voor de elektriciteit-intensiteit ligt zo'n 15% lager dan de ongewogen waarde.

SAMENVATTING INDUSTRIE

Ongewogen intensiteiten

Voor bedrijfshallen binnen twaalf industriële sectoren ('SBI-afdelingen') zijn kentallen bepaald. In **Tabel 2** worden de ongewogen gas- en elektriciteit-intensiteiten gegeven. In de laatste kolom zijn deze samengevoegd tot een totale intensiteit in kWh/m^2 GO. De tabel is op deze laatste waarde gesorteerd. Uit de tabel volgt dat er drie branches zijn die duidelijk een hogere intensiteit hebben, in afnemende waarde zijn dit:

1. Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10)
2. Vervaardiging van dranken (SBI 11)
3. Vervaardiging van producten van rubber en kunststof (SBI 22).

Tabel 2: Ongewogen intensiteiten voor de 12 in dit onderzoek geanalyseerde industriële branches, gesorteerd naar totale intensiteit (herhaling van **Tabel 17**)

	SBI	Omschrijving SBI-groep	Gas-intensiteit m3/m2	Elek-intensiteit kWh/m2	Totaal kWh/m2
Industrie	10	Vervaardiging van voedingsmiddelen	1.390	1.601	15.181
	11	Vervaardiging van dranken	1.141	1.057	12.204
	22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof	810	3.767	11.680
	29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers	155	2.570	4.084
	24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	287	684	3.488
	27	Vervaardiging van elektrische apparatuur	104	1.189	2.205
	33	Reparatie en installatie van machines en apparaten	19	1.130	1.316
	25	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines	32	408	721
	30	Vervaardiging van overige transportmiddelen	38	309	680
	28	Vervaardiging van overige machines en apparaten	24	201	435
	26	Vervaardiging van computers en van elektronische en opt	21	226	431
	32	Vervaardiging van overige goederen	24	114	348

Uit de tabel volgt, zoals verwacht, dat intensiteiten in de industrie over het algemeen hoger liggen dan in de dienstensector. Dit is echter geen vaste regel; als we dieper inzoomen vinden we binnen de dienstensector gebouwtypen die een hogere intensiteit hebben dan bepaalde industriële sectoren. De datacenters wedijveren zelfs met industriële sectoren die de hoogste elektriciteit-intensiteit hebben.

Gewogen intensiteiten relatief gezien een stuk lager

De geaggregeerde gewogen gas-intensiteit ligt voor deze industriële branches zo'n 75% lager dan de ongewogen waarde. Voor de elektriciteit-intensiteit is dit 65%. Dit betekent dat de gewogen intensiteiten voor industriële branches *relatief* gezien (dus ten opzichte van de ongewogen intensiteiten) een stuk lager liggen in vergelijking tot de dienstensector. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat de grotere industrieën ten opzichte van de kleinere, veel meer oppervlak aan gebouwen hebben staan waar zich geen productieproces afspeelt. Dit zijn dan bijv., loodsen voor opslag.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding tot deze studie

In het Energieakkoord voor duurzame groei is afgesproken het energiebesparingsbeleid in de gebouwde omgeving en de industrie te intensiveren. Met name in de vastgoed en de kleinere industrie kan veel extra besparing gerealiseerd worden.

Hiervoor moet veel gebeuren. Rijk en gemeenten jagen projecten aan voor verduurzamen van de energievoorziening in maatschappelijk vastgoed, bundelen die naar gebied- en/of functieniveau en gebouwtype. Zij ontwikkelen een repeteerbare aanbestedingsaanpak, die aangevuld kan worden met niet-maatschappelijk vastgoed en betrokkenheid van andere (private) partijen. Gemeenten gaan investeren in de energiekwaliteit van de schoolgebouwen. Van cruciaal belang is voorts de verbeterde aanpak van het besparingsartikel in de Wet Milieubeheer. Er worden erkende maatregellijsten geïntroduceerd aan de hand waarvan bedrijven kunnen zien hoe zij aan de besparingsverplichting kunnen voldoen en waarmee gemeenten eenvoudiger kunnen handhaven. Tevens zal worden geëxperimenteerd met een zogenoemd EnergiePrestatieKeur. Heeft een bedrijf een dergelijk keurmerk, dan weet de gemeente dat het bedrijf voldoet aan de Wet Milieubeheer op het gebied van energiebesparing. Tenslotte komt er een expertisecentrum. Dit centrum informeert zowel bedrijven als gemeenten over kansen om energie te besparen.

Om deze initiatieven waar te kunnen maken is goede achtergrond informatie noodzakelijk. Als gemeenten (meer) gaan handhaven, bij welke sectoren zouden ze dan moeten beginnen? Wat is voor bedrijf x in sector y met kenmerken z een goede energiebenchmark? Wat kan het expertisecentrum daarover melden als ze daarop bevraagd worden? Kan een dergelijke benchmark een rol spelen in de ‘energie prestatie keurING’ (EPK)?

In dit project wordt een omvangrijke database bewerkt tot gegevens die buitengewoon nuttig zijn voor het energiebesparingsbeleid in het algemeen, het expertisecentrum, de ontwikkeling van de EPK en tenslotte voor het ondersteunen van het toezicht door lokale bevoegde gezagen op de energiebesparingsverplichting uit de Wet Milieubeheer. De gegevens bieden tevens de mogelijkheid om door periodiek het project te herhalen, het effect van het toezicht te monitoren.

1.2 Doelstelling

Voor 24 gebouwtypen uit de dienstensector en enkele industriële subsectoren worden energie kengetallen bepaald. Voor de dienstensector worden ook de afhankelijkheden met bouwjaar- en grootteklassen bepaald. De keuze voor gebouwtypen en subsectoren is bepaald door de branches waarvoor erkende maatregelenlijsten zijn gemaakt in het kader van de intensivering van handhaving energiebesparingseisen uit de Wet Milieu beheer.

1.3 Leeswijzer

De energiekentallen zijn in dit onderzoek bepaald via statistische analyses op gekoppelde databestanden. In hoofdstuk 2 wordt de methode toegelicht en wordt ook ingegaan op de databronnen achter de analyse. Verder wordt weergegeven welke typen intensiteiten in deze rapportage aan bod komen en naar welke afhankelijkheden is gekeken. De gas- en elektriciteit-intensiteiten voor kantoren worden respectievelijk in hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4 uitgewerkt. Deze twee hoofdstukken dienen ook als leidraad voor de Excel file die als bijlage bij dit rapport wordt gepubliceerd. In die file zijn de kentallen voor 24 gebouwtypen uit de dienstensector uitgewerkt. Hoofdstuk 6 begint met een overzicht van de intensiteiten van de gebouwtypen op het hoogste aggregatieniveau. Daarna volgen paragrafen die enkele opvallende aspecten uit de Excel file nader beschouwen. De rapportage sluit af met paragraaf 5.6 waarin de kentallen van enkele industriële sectoren worden behandeld.

2 Methode

2.1 Inleiding

De energiekentallen zijn bepaald via statistische analyses op gekoppelde databestanden. In paragraaf 2.2 beschrijven we die databestanden. De daarna volgende paragrafen geven inzicht in hoe data is verwerkt. Paragraaf 2.3 gaat eerst in op het onderscheid naar bouwjaarklassen en waarom is gekozen voor deze indeling. Paragraaf 2.4 geeft aan dat het gasverbruik bewust niet is gecorrigeerd voor graaddagen, maar legt uit hoe de gebruiker dit zelf wel kan doen. Paragraaf 2.5 geeft een paar resterende aandachtspunten, zoals elektrische warmtepompen, (gedeeltelijke) leegstand en reeds uitgevoerde renovaties. Paragraaf 2.6 gaat in op de statistische analyses die ten grondslag liggen aan de uiteindelijke resultaten; hier komt ook de indeling naar grootteklassen aan bod. In paragraaf 2.7 tenslotte wordt ingegaan op de Excel file met resultaten die als bijlage bij deze rapportage wordt gepubliceerd.

2.2 Inzicht achterliggend databestand

In deze paragraaf behandelen we de diverse databestanden die binnen dit project gebruikt zijn.

BAG: panden, verblijfsobjecten en gebruiksfuncties
De Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) vormt de basis voor analyses in dit project. De BAG behoort tot een stelsel van 11 basisregistraties van de overheid. De BAG is een registratie waarin gemeentelijke basisgegevens over alle gebouwen en adressen in Nederland zijn verzameld, inclusief de gebruiksfunctie, het bouwjaar en de grootte in de vorm van het gebruiksoppervlak in vierkante meters. In Bijlage A wordt de BAG uitgebreid besproken; in deze paragraaf worden alleen de belangrijkste kenmerken benoemd.

De BAG maakt onderscheid tussen panden en verblijfsobjecten welke in deze panden liggen en waar een gebruiksfunctie zoals 'kantoor' aan is gekoppeld. Vaak is er een 1-op-1 relatie tussen pand en verblijfsobject; de fysieke grenzen van het verblijfsobject en het pand zijn dan identiek, net als de toegewezen gebruiksfunctie(s). Maar regelmatig wijkt een situatie hiervan af. Er kunnen meerdere verblijfsobjecten in één pand liggen, met ook verschillende gebruiksfuncties. Minder vaak komt de omgekeerde situatie voor; wanneer panden zijn samengevoegd tot bijv. een grote supermarkt, vormen deze samen één verblijfsobject. Belangrijke kenmerken van de BAG zijn:

- Een verblijfsobject kan niet bestaan zonder bijbehorend pand en heeft altijd een adres.
- Een verblijfsobject kan één of meerdere gebruiksfuncties hebben, maar verreweg de meeste utiliteitsgebouwen hebben slechts één functie.
- Wanneer er wel sprake is van een dubbele functie, komt regelmatig de combinatie van een utiliteitsfunctie met de woonfunctie voor; bijv. een kantoor, winkel, of een medische praktijk aan huis.
- Een pand kan meerdere verblijfsobjecten en/of gebruiksfuncties en/of adressen hebben.
- Vullen van de BAG blijft mensenwerk waardoor gegevens in de BAG kunnen afwijken van de werkelijkheid. (Zie Bijlage A)
- De BAG is ook online te raadplegen via de BAG-viewer. Hier vindt de gebruiker voorgaande informatie per pand terug.

Bij meerdere gebruiksfuncties wordt in dit onderzoek steeds gezocht naar de meest dominante functie per verblijfsobject;

- een winkel + woonhuis wordt winkel,
- een ziekenhuis + winkel wordt ziekenhuis.

BAG: gebouw oppervlaktemaat

Er zijn vele oppervlaktematen voor het vloeroppervlak in gebruik (Wikipedia, 2012). Wij gebruiken in dit onderzoek dezelfde maat als in de BAG, het gebruiksoppervlak (m^2 GO). Een andere maat, het bruto vloeroppervlak (m^2 BVO), worst ook veel gebruikt. Het GO ligt altijd lager dan het BVO. Het GO kan ongeveer gelijkgesteld worden aan dat deel van het gebouw dat verwarmd wordt. Dit is dezelfde maat als welke in rekenmethodieken als de EPA, EPC en EPG[1] gebruikt wordt (aangeduid als verwarmd vloeroppervlak Ag;m^2). Voor een aantal gebouwtypen worden in (RVO & Arcadis, 2013) de verhoudingsgetallen voor diverse[2] oppervlaktematen gegeven. Hiermee kunnen intensiteiten omgezet worden in een andere oppervlaktemaat.

Het Handelsregister

Het handelsregister is een door de overheid gehouden register, waarin rechtspersonen en ondernemingen vermeld staan met hun gegevens. Het Handelsregister maakt ook deel uit van het stelsel van basisregistraties. Het Handelsregister omvat veel gegevens, maar het belangrijkste gegeven voor dit onderzoek is de economische sector waartoe een onderneming behoort, weergegeven met een SBI-code. SBI staat voor Standaard

1 De Energieprestatiecoëfficiënt (EPC) is een index die de energetische efficiëntie van nieuwbouw aangeeft, en wordt bepaald door berekeningen vastgelegd in de norm NEN 7120 (Energieprestatie van gebouwen, EPG). De EPC-berekening is opgenomen in het bouwbesluit, en sinds 1995 is het verplicht deze bij een bouwaanvraag in te dienen (uit Wikipedia). De EPA rekenmethodiek is het equivalent voor de bestaande bouw.

2 Bruto Vloeroppervlak, Gebruiksoppervlak, Netto bebouwd oppervlak, Netto Geveloppervlak, Open geveloppervlak, Netto Dakoppervlak

Bedrijfsindeling (CBS, 2012; CBS, 2014c). De SBI codering is zodanig, dat steeds kleinere, specifieker sectoren worden beschreven. Op het hoogste, *minst* gedetailleerde niveau, de zogenaamde 'hoofdafdelingen', is gekozen voor een letteraanduiding.

In dit onderzoek kijken we naar de volgende hoofdafdelingen:

- Hoofdafdeling C omvat de Industrie,
- Hoofdafdelingen G t/m U vormen samen de dienstensector.

Een willekeurig rijtje SBI-sectoren op een lager aggregatieniveau binnen 'hoofdafdeling P, afdeling 85', wat staat voor de branche 'onderwijs', wordt weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Voorbeeld van een SBI-indeling

SBI-code	Omschrijving economische activiteit	Omschrijving SBI niveau
P	Onderwijs	Hoofdafdeling
85	Onderwijs	Afdeling
85.2	Primair en speciaal onderwijs	Groep
85.20	Primair en speciaal onderwijs	Klasse
85.20.1	Basisonderwijs voor leerplichtigen	Subklasse
85.20.2	Speciaal basisonderwijs	Subklasse
85.20.3	Speciaal onderwijs in expertisecentra	Subklasse

BAG gekoppeld aan Handelsregister; gebouwtypen

In dit project zijn we op zoek naar de gas- en elektriciteit kentallen van diverse gebouwtypen. Wat een 'gebouwtype' is, is een definitiekwestie. Deze definitie bepalen wij zelf, met als uitgangspunt dat het gebouwtype energetisch gezien interessant moet zijn. Bovendien moet de totale voorraad van dat gebouwtype, en dus ook het totaal energieverbruik interessant zijn. Op aanvraag van de opdrachtgever hebben we enkele gebouwtypen toegevoegd waarvoor dit uitgangspunt minder sterk geldt. Tabel 18 toont de onderscheiden gebouwtypen.

Een SBI-sector komt soms dicht in de buurt van een gebouwtype. Toch zit er een addertje onder het gras. De gebouwen (adressen) die binnen [SBI 85.20.1 Basisonderwijs voor leerplichtigen] vallen zijn niet alleen 'basisscholen'. Er staan bijv. ook kantoren en sporthallen die bij een basisschool horen. Door nu de BAG (geeft de gebruiksfunctie) en het Handelsregister (geeft de SBI-code) op adresniveau aan elkaar te koppelen, kunnen deze gebouwen van elkaar gescheiden worden. Wanneer de BAG-Handelsregister combinatie nu adressen (gebouwen) plaatst in de cellen die wij typeren als 'kantoor', 'basisschool' en 'binnensport', wordt deze gebouwtypering blijvend aan het adres gekoppeld. Een adres krijgt nu dus twee stukken informatie: de economische sector vanuit het Handelsregister en de gebruiksfunctie vanuit de BAG. Zoals eerder besproken zal bij meerdere gebruiksfuncties gekozen worden voor de meest dominante utiliteitsfunctie.

Bijlage B toont ook binnen welke SBI hoofafdelingen de gebouwtypen voorkomen welke in dit onderzoek zijn meegenomen. Dit verduidelijkt de definitie van onze gebouwtypen.

Aanvullende databases
In de praktijk blijkt voorgaande strategie niet altijd zo eenvoudig toepasbaar te zijn. Daarom zijn aanvullende databases gekoppeld die o.a. de supermarkten, verpleeghuizen, ziekenhuizen, onderwijsgebouwen en datacenters nauwkeuriger weten te identificeren. Ook de naamgeving vanuit de zogenaamde EAN-code van de gas- en/of elektriciteitsaansluiting helpt bij de identificatie.

CBS klantenbestanden
In de Klantenbestanden van het CBS wordt de levering van elektriciteit en aardgas via het openbare net aan bedrijven gegeven, inclusief de levering van het openbare net aan bedrijvennetten. Door bedrijven zelf geproduceerde elektriciteit voor eigen gebruik is niet in deze cijfers opgenomen. De cijfers zijn berekend op basis van gegevens uit de aansluitingenregisters van de beheerders van de openbare netten van elektriciteit en aardgas. Van alle netbeheerders in Nederland zijn gegevens verkregen op aansluitingniveau (EAN meters).

De data is door het CBS geaggregeerd naar adresniveau en vervolgens naar het niveau van SBI hoofdafdelingen. Het CBS presenteert op Statline twee datasets vanuit de klantenbestanden (CBS, 2014a; CBS, 2015)[3]:

Tabel 1: Aardgas en elektriciteit; leveringen openbaar net, bouw en dienstensector.
Tabel 2: Levering aardgas, elektriciteit via openbaar net; bedrijven, SBI2008, regio.

De eerste geeft het totaal Nederlands jaarverbruik gas en elektriciteit per hoofdafdeling binnen de dienstensector. De tweede is uitgebreider en geeft ook het jaarverbruik voor de overige hoofdafdelingen, en splitst dit verder op naar regio, bijv. op het niveau van gemeenten.

Geanonimiseerde en gevalideerde CBS data
Voor het onderzoek naar gas en elektriciteitsintensiteiten in de dienstensector heeft het CBS de klantenbestanden op adresniveau gekoppeld aan onder meer de BAG. Ongeveer 95% van het totale gasverbruik en 88% van het totale elektriciteitsverbruik dat in de Klantenbestanden is toegewezen aan de dienstensector is gekoppeld aan het adressenbestand. Voornamelijk grote leveringen in (lucht)havengebieden koppelen niet op adres. Dat het percentage voor elektriciteit lager ligt heeft te maken met het feit dat aansluitingen voor algemeen nut (openbare verlichting, riolering, internet en telecom leidingen etc.) zoveel mogelijk eruit gehaald zijn voor koppeling op adres. In de meeste gevallen bestaat een bedrijfslocatie uit één adres.

Het is niet altijd duidelijk welk BAG-gebruiksoppervlak gerelateerd is aan welk gas- dan wel elektriciteitsverbruik. Het is namelijk niet zo dat iedere gas- en elektriciteitsmeter exact een BAG pand dan wel BAG verblijfsobject van gas en elektriciteit voorzien. Soms zijn er meerdere meters per pand, soms zijn er meerder panden per meter.

Ter illustratie, een daadwerkelijk voorbeeld:
De netbeheerder geeft iedere Nederlandse aansluiting voor gas en elektriciteit een zogenaamde EAN-code. De netbeheerders en leveranciers van energie gebruiken deze

[3] Buiten Statline om zijn analyses gemaakt die dieper spitten en op lagere SBI sectoren presenteren. Een interessant voorbeeld is 'Uitsplitsing verbruik elektriciteit en aardgas naar verbruikschijf energiebelasting 2011' (Pouwelse, 2014).

18-cijferige code voor onderlinge communicatie. De EAN-code kan ook gerelateerd worden aan de gebruiker, zodoende gebruikt het CBS mede deze code voor de gebouwtypering. De EAN-code van een aansluiting is terug te vinden in het online EAN codeboek. Voeg een relatief groot pand in, bijv. het Rijksmuseum; Museumstraat 1, 1071 XX Amsterdam. Er worden nu twee elektriciteitsaansluitingen gegeven, maar er wordt geen gasaansluiting gevonden. In de online BAG-viewer vinden we informatie over dit pand dat gebouwd is in 1885. Het heeft als gebruiksfunctie 'bijeenkomst' en een oppervlak van 38.149 m^2. Dit adres zal volgens het Handelsregister binnen [R_91.02.1_Musea] vallen en door ons zodoende correct als 'Museum' zijn getypeerd.

We zien echter ook dat de BAG onder dit hoofdadres, drie sub-adressen heeft geplaatst:

Museumstraat 1 Amsterdam
- Hobbemastraat 19 Amsterdam
- Hobbemastraat 23 Amsterdam
- Hobbemastraat 25 Amsterdam

Hetzelfde pand is dus voorzien van in totaal vier adressen. Op het eerste sub-adres wordt aanvullend binnen hetzelfde pand nog een elektriciteitsmeter en twee gasmeters gevonden.

CBS heeft een methode ontwikkeld om voor elk bedrijf de bijbehorende adressen en gas en elektriciteitsaansluitingen te identificeren. Dit lukt niet altijd doordat bijvoorbeeld informatie ontbreekt om de adressen en aansluitingen voor een bedrijf te kunnen identificeren. CBS heeft daarom validatie regels ontworpen en toegepast om deze gevallen uit te kunnen sluiten van de analyse. ECN heeft een geanonimiseerd analysebestand van CBS ontvangen met de gevalideerde bedrijven. Het gevalideerde bestand bevat niet het totale Nationale verbruik, noch de totale voorraad per gebouwtype.

Goed om te beseffen voor het vervolg van deze rapportage is dat een individuele record in dit bestand de grootte kan hebben van een BAG-verblijfsobject, een BAG-pand of een door CBS zelf samengesteld oppervlak, bestaande uit meerdere BAG-verblijfsobjecten, zodat er een duidelijke match is met één of meerdere EAN-meters. Na analyse blijkt verreweg de meeste situaties te bestaan uit een 1-op-1 relatie met een BAG-verblijfsobject. Daarom zal in deze rapportage niet gesproken worden van een gemiddeld verbruik per pand, maar van een gemiddeld verbruik per verblijfsobject. Afhankelijk van het gebouwtype, ligt er ook vaak een 1-op-1 relatie tussen BAG-verblijfsobject en BAG-pand, maar dit is zeker niet altijd het geval; voor kantoren wijkt dit regelmatig af, zoals Bijlage A al aangaf met bedrijfsverzamelgebouw en kantoorflatgebouwen.

Goed om te beseffen voor het vervolg van deze rapportage is dat een individuele record een bedrijfslocatie voorstelt en dat zo'n locatie kan bestaan uit:
- één adres (conform een BAG-verblijfsobject), of,
- meerdere adressen die samen een BAG-pand vormen, of,
- een deel van een BAG pand uitmaken, of,
- meerdere BAG panden beslaan.

Na analyse blijkt verreweg de meeste situaties te bestaan uit een 1-op-1 relatie met een BAG-verblijfsobject. Daarom zal in deze rapportage niet gesproken worden van een gemiddeld verbruik per pand, maar van een gemiddeld verbruik per verblijfsobject.

Afhankelijk van het gebouwtype, ligt er ook vaak een 1-op-1 relatie tussen BAG-verblijfsobject en BAG-pand, maar dit is zeker niet altijd het geval; voor kantoren wijkt dit regelmatig af, zoals Bijlage A al aangaf met bedrijfsverzamelgebouw en kantoorflatgebouwen.

Mogelijk vervolgonderzoek: verschillen in gebouwtypering CBS versus ECN/EIB analyseren. Dit zou ten goede komen aan andere trajecten, waarbij gekeken wordt naar de totale voorraad en het gerelateerd verbruik per gebouwtype, zoals in de Nationale Energie-verkenning (ECN & PBL, 2014)

CBS heeft in samenwerking met ECN een gebouwgebruikstypering bepaald. Hiervoor zijn meerdere bronnen gebruikt zoals informatie in de naam van de aansluiting (bijvoorbeeld Albert Heijn), gekoppelde informatie over economische activiteiten uit Locatus en ABR, en informatie over de bouwbestemming. Doordat het CBS aanvullende bronnen gebruikt ten opzichte van het EIB, komt de typering per adres niet altijd met elkaar overeen.

2.3 Onderscheid naar bouwjaarklassen

Een bouwjaar heeft een directe relatie met de dan geldende isolatie-eisen voor de schil vanuit het bouwbesluit. In dit onderzoek onderscheiden we 4 bouwjaarklassen zoals weergegeven in onderstaande tabel[4], (Sipma, 2014).

Tabel 4: Onderscheiden bouwjaarklassen (Sipma, 2014)

Ref	Historie en/of Bouwbesluit regelgeving nieuwbouw	Kwalitatieve omschrijving gevel	Spouw breedte mm	Spouw gevuld mm	Rc-gevel	EI-index EPA	Label EPA	EPC eis kantoor nieuwbouw
1	tot 1920	Niet, enkel	N.v.t.	N.v.t.	Rc=0.2	3,7	G	
1	van 1920 tot 1975	Niet, spouw goed	40	0	Rc=0.4	2,7	G	
2	van 1975 tot 1988	Slecht, matig	70	40	Rc=1.3	1,6	E	
3	van 1988 tot 1992	Redelijk	100	90	Rc=2.0	1,6	E	
4	van 1992 tot 2015	(zeer) goed	>100	>90	Rc=2.5	1,3	D	1,9; 1,6; 1,5; 1,1
nvt	vanaf 2015	(zeer) goed	>100	>90	Rc=>3.5	0,9	A	0,8

Dit zijn de originele bouwjaarklassen van het gebouw. De functie van het gebouw kan in de loop der tijd zijn veranderd. Wanneer bijv. een datacenter zich in de oudste bouwjaarklasse bevindt, betekent dit dat dit gebouw ten tijde van oplevering een andere functie had, bijv. een kantoor. De oplevering van een gebouw vindt doorgaans 1 tot 2 jaar later plaats, met deze reden verschuiven we de bouwjaarklassen met een jaar.

2.4 Graaddagencorrectie

De intensiteiten in dit onderzoek zijn bepaald vanuit geanonimiseerde werkelijke verbruiken in 2013. Dit gasverbruik is nog niet gecorrigeerd voor graaddagen. In Tabel 5 zijn in de laatste kolom correctiefactoren per provincie gegeven. Het aantal graaddagen

[4] De eerste twee bouwjaarklassen (tot 1920) en (van 1920 tot 1975) zijn samengevoegd in dit onderzoek.

van een provincie (tweede kolom) is het gemiddelde van de meetstations binnen die provincie, zoals gegeven door (KWA, 2013). De 'noemer' in de correctiefactor, is het aantal gemiddelde graaddagen gedurende de laatste 10 jaar in Nederland (derde kolom). Vaak wordt het gasverbruik op landelijk niveau gecorrigeerd; hiervoor wordt dan de correctiefactor voor De Bilt gebruikt (0,90). Om gas-intensiteiten die in dit onderzoek worden gepresenteerd te corrigeren, dient met deze te vermenigvuldigen met de gekozen correctiefactor.

Regionale verschillen

De winter is in het Noordoosten (Groningen, Eelde) van Nederland het koudst en in het Zuidwesten (Zeeland, Vlissingen) het warmst. Het midden van Nederland ligt hier tussenin. In het Noordoosten van Nederland was het in 2013 10% kouder dan in het Zuidwesten. Dit betekent dat er gemiddeld gezien ook 10% meer gas is verbruikt voor de toepassing ruimteverwarming. Met deze reden zou men kunnen kiezen voor een provinciale correctie.

Aandeel ruimteverwarming

Eigenlijk zou alleen het aandeel gasverbruik dat naar de functie ruimteverwarming gaat moeten worden gecorrigeerd. Gas kan immers ook gebruikt worden om mee te koken of voor warmtapwaterbereiding. Binnen de industrie wordt een nog veel groter aandeel gas ingezet voor industriële toepassingen; vaak als brandstof voor oven. In 0 wordt voor een aantal gebouwtypen een schatting van dit aandeel gegeven.

Tabel 5: Factor 2013 graaddagencorrectie

Provincie en De Bilt	ECN Provincie Graaddagen 2013_gem	ECN NL Graaddagen 2013_10jaar	ECN Provincie Graaddagen 2013_factor
Groningen	3261	2776	0,85
Friesland	3243	2776	0,86
Drenthe	3269	2776	0,85
Overijssel	3223	2776	0,86
Flevoland	3184	2776	0,87
Gelderland	3199	2776	0,87
Utrecht	3095	2776	0,90
De Bilt	3078	2776	0,90
Noord-Brabant	3077	2776	0,90
Limburg	3064	2776	0,91
Noord-Holland	3098	2776	0,90
Zuid-Holland	3015	2776	0,92
Zeeland	2968	2776	0,94

Koeldagencorrectie

Wanneer men weet dat er ook gebruik wordt gemaakt van ruimtekoeling, geldt dezelfde analogie voor het elektriciteitsverbruik dat hiervoor wordt ingezet. Het verschil in koeldagen is een stuk groter dan graaddagen, zie Bijlage E. In de zomer is het in het midden van het land (Utrecht, De Bilt) het warmst. Het is daar een stuk warmer (147%) dan in Noordoosten (Groningen, Eelde) en maar een beetje warmer (107%) dan het

Zuidwesten (Zeeland, Vlissingen). Het Zuidwesten is 138% warmer dan het Noordoosten.

2.5 Leegstand, renovaties en warmtepompen

Elektrische warmtepomp
Wanneer een elektrische warmtepomp aanwezig is, zijn de in dit onderzoek gepresenteerde kentallen niet van toepassing. Aanwezigheid hiervan zou waarschijnlijk betekenen dat er geen, of weinig gasverbruik is. Tegelijkertijd is er uiteraard een veel hoger elektriciteitsverbruik dan gemiddeld. Deze extremen hebben wij getracht uit de analyses te filteren.

(Gedeeltelijke) leegstand
Er zijn veel meer gebouwen die gedeeltelijk leegstaan dan gebouwen die geheel leegstaan. Afhankelijk van de mate van leegstand, zal het gas- en elektriciteitsverbruik per vierkante meter uiteraard lager liggen.

In (Sipma, 2014) is het volgende bepaald:

- Het gasverbruik van leegstaand kantooroppervlak is 7,1% van het gasverbruik van oppervlak dat in gebruik is.
- Het elektriciteitsverbruik van leegstaand kantooroppervlak is 16,8% van het elektriciteitsverbruik van oppervlak dat in gebruik is.

Met het eerder genoemde filter op een extreem laag gasverbruik, in combinatie met een zeer laag elektriciteitsgebruik, hopen wij dat volledige leegstand eruit gefilterd is. Dit zal deels wel en deels niet gelukt zijn, maar *gedeeltelijk* leegstand is vanwege deze strategie impliciet *wel* meegenomen. Het is voor te stellen dat een deel van de bandbreedte richting een laag verbruik door gedeeltelijke leegstand verklaard kan worden.

Al uitgevoerde renovaties
Gebouwen waarbij al renovaties hebben plaatsgevonden, en wellicht van een label zijn voorzien, maken ook onderdeel uit van de geanalyseerde dataset. Dit betekent dat de intensiteiten naar bouwjaarklassen (in de tijd) zullen dalen. In dit project maken we geen onderscheid naar renovaties.

Ook de labeldatabase is gekoppeld. Dit betekent dat het mogelijk is de energie-intensiteit met een relatie naar labelklasse te analyseren.

2.6 De statistische analyse

Het gevalideerde bestand waar de resultaten in dit document op zijn gebaseerd, bevat meer dan 400.000 records. Naast de hier genoemde gegevens, is er per record veel meer bekend, bijv. of er een aansluiting is op stadsverwarming en of er sprake is van eigen elektriciteitsopwekking.

Omdat de database privacygevoelige informatie bevat, zijn de analyses uitgevoerd op een standalone PC die verbinding maakt met het CBS netwerk. Alle gegevens staan dus op een server bij het CBS. Inloggen gebeurt door middel van vingerafdruk autorisatie en

is specifiek per werknemer. Alle output is vooraf gecontroleerd door het CBS op de aanwezigheid van privacygevoelige informatie alvorens te worden vrijgegeven. Wanneer het aantal records van een berekend gemiddelde te laag ligt, kan dit niet gerapporteerd worden.

Validatie en voorbereiding

Het CBS heeft verschillende validaties uitgevoerd alvorens het databestand aan te leveren. De analyses beperken zich tot de data waarvan zeker is dat het gebouwoppervlak zich in een bepaalde sector bevind. Als de leveringen over meer dan één adres zijn uitgesmeerd, zijn die adressen bij elkaar opgeteld tot één analyse eenheid. Omgedraaid, zijn aansluitingen die bestaan uit meerdere adressen, zoals bijvoorbeeld bij faculteiten van een universiteit, beschouwd als één analyse-eenheid. Twee extra filters zijn aangemaakt door ECN ter verdere opschoning van de database: gebouwen die aangesloten zijn op stadverwarming en gebouwen die een energie intensiteit hebben die lager ligt dan 0,5 m^3 of 0,5 kWh per m^2 GO (heel laag verbruik, of heel groot gebouw ten opzichte van verbruik), zijn niet in de analyse meegenomen.

Analyses

Na toepassen van de juiste validatiefilters van het CBS per sector, en de verdere opschoningen van ECN, zijn vier bouwjaarklassen en zeven oppervlaktecategorieën aangemaakt, zie **Tabel 6**.

Tabel 6: SPSS analyses bouwjaarklassen en oppervlaktecategorieën

Bouwjaar categorieën:	Oppervlakte categorieën in m^2 GO:
alles tot en met 1976	0 - 500 m^2
van 1977 tot en met 1989	500 - 1000 m^2
van 1990 tot en met 1993	1000 - 2000 m^2
van 1994 tot en met 2016	2000 - 5000 m^2
	5000 – 10000 m^2
	10000 – 20000 m^2
	20.000 m^2 en groter

Afhankelijk van het gemiddelde gebouwoppervlak en het aantal gebouwen per oppervlaktecategorie, is in de hogere oppervlaktecategorieën soms afgeweken van deze standaardindeling; dit om ter voorkomen dat de resultaten niet beschikbaar zouden komen vanwege de privacy regelgeving. Vervolgens zijn per bouwjaarklasse en per oppervlaktecategorie, voor alle sectoren en per gebouwtype in deze sectoren, het ongewogen gemiddelde, de histogram-frequenties, en de 10% t/m 90% percentielen bepaald voor de gas- en elektriciteit-kentallen. Ook de totale gas- en elektriciteitslevering is bepaald, waarmee gewogen gemiddelden zijn berekend. Voor kantoren zijn, vanwege de grote voorraad, tevens kentallen bepaald voor oppervlaktecategorieën binnen bouwjaarklassen en voor afzonderlijk SBI hoofdafdelingen[5].

5 Het CBS heeft aangegeven dat we voorzichtig moeten zijn met deze benadering aangezien het juist relatief lastig is kantoren te specificeren. Gezien de grootte van de populaties, en gezien de logica van de resultaten, hebben we deze analyse toch meegenomen.

2.7 Kentallen

In deze rapportage wordt alleen voor het gebouwtype ‘kantoor’ de belangrijkste resultaten getoond, veelal in de vorm van een figuur. De achterliggende data zijn opgenomen in een Excel bestand dat als bijlage van deze rapportage kan worden gezien en publiekelijk beschikbaar is via de ECN website. In dit Excelbestand wordt ook de data voor de andere gebouwtypen gepresenteerd. Per gebouwtype is opgenomen:

4. De intensiteit naar gebouwgrootte
5. De intensiteit naar bouwjaarklasse
6. De intensiteit naar gebouwgrootte binnen bouwjaarklassen[6].

Voor kantoren is aanvullend gekeken naar de intensiteit per economische sector waar kantoren zich bevinden, op SBI-hoofdafdeling niveau.

Statistiek-parameters: percentielen, mediaan, gemiddelde en bandbreedte
Naast gemiddelde intensiteiten, worden percentielen gegeven. Er is voor gekozen om de 10%, 20%, 40%, 50%, 60%, 80% en 90% percentielen weer te geven. Het 50% percentiel is de mediaan van de getallenpopulatie welke wordt geanalyseerd. De mediaan wil niets anders zeggen dan de waarde van de middelste waarneming, wanneer al die waarnemingen netjes oplopend zijn gesorteerd. Bij kantoren zullen we in hoofdstuk 3 zien dat we van 45.229 (geanonimiseerde) verblijfsobjecten de gas-intensiteit weten. De mediaan (50% percentiel) is dus niets anders dan de waarde die hoort bij verblijfsobject nummer 22.615, wanneer al deze kantoren netjes zijn gesorteerd naar oplopende gas-intensiteit. De mediaan wijkt altijd af van het gemiddelde. In de statistiek wordt de voorkeur gegeven aan de mediaan wanneer er een grote kans is dat er foutieve en/of ongewilde uitschieters zijn welke het gemiddelde rigoureus kunnen beïnvloeden, of als de kans groot is dat de steekproef niet normaal verdeeld is. De kans voor ongewilde uitschieters is in dit project minder groot aangezien we filters hebben aangebracht waarmee de grootste (elek: mogelijk een elektrische warmtepomp) en kleinste (gas: mogelijk leegstand) verbruikers er uit worden gefilterd. Bovendien vergelijken we de mediaan met het gemiddelde. Als deze te veel afwijken van elkaar, controleren we de dataset nogmaals op uitschieters. De kans is echter wel groot dat de steekproef geen normaalverdeling vertoond.

6 Dit is vanwege de populatiegrootte voor kantoren volledig uitgewerkt; voor de overige gebouwtypen is hiervoor een rekenkundige schatting door ECN gemaakt. Vanuit de theorie is bekend dat grotere gebouwen een lagere gas-intensiteit hebben dan kleinere gebouw. Dit vanwege het feit dat er relatief gezien steeds minder oppervlakte aan buitenschil bijkomt (domineert het warmteverlies), wanneer de omvang van het gebouw, en dus ook de te verwarmen inhoud, toeneemt. Hier ligt een geometrische verhouding aan ten grondslag die niet veel zal afwijken voor andere gebouwtypen. Er is nog wel een onderscheidende factor in de vorm van gebouwen die eerder toenemen in de breedte (bijv. verpleeghuizen), versus gebouwen die eerder toenemen in de hoogte (bijv., kantoren). Hier is rekening mee gehouden. Met de kantorendata is geconcludeerd dat voor een willekeurig gebouwtype de verhoudingsgetallen naar grootteklassen voor de *gehele voorraad* geprojecteerd kunnen worden op de *deelpopulaties* binnen een bouwjaarklasse. Op deze wijze schatten we de intensiteiten voor grootteklassen *binnen* bouwjaarklassen. In een vervolgonderzoek kan dit via maatwerk beter uitgewerkt worden. Er zou dan per gebouwtype gezocht worden naar grootteklassen waarbij de populatie binnen een bouwjaarklassen nog voldoende groot is om gepubliceerd te mogen worden.

Percentielen zijn in dit project interessant omdat ze gerelateerd zijn aan de bandbreedte van de intensiteit; de spreiding ten opzichte van het gemiddelde. Dit gaat lijken op benchmarken. Het 20% percentiel van de kantorenpopulatie geeft de waarde van kantoor nummer 9.046. Dit kantoor zal een veel lagere gas-intensiteit hebben in vergelijking tot het gemiddelde, en in vergelijking tot de mediaan. Je kunt dan de uitspraak doen dat 80% van de populatie een hogere gas-intensiteit heeft dan dit kantoor en 20% juist een lagere intensiteit[7].

Ongewogen- versus gewogen gemiddelde

Uit de analyses volgt in eerste instantie het ongewogen gemiddelde voor intensiteiten. Hierbij is de intensiteit van elke individueel gebouw (of verblijfsobject) gedeeld door het aantal gebouwen. Dit geeft dus het gemiddeld verbruik per m^2 en per gebouw. Dus je zou je kunnen voorstellen dat uit ieder gebouw 1 m^2 is gehaald en dat van al deze losse vierkante meters een gemiddelde is bepaald. Maar een groot gebouw heeft veel meer vierkante meters dan een klein gebouw en zou in een *gewogen* gemiddelde zwaarder moeten meetellen. Van de andere kant zijn er, afhankelijk van het gebouwtype, veel meer kleinere dan grote gebouwen, wat hiervoor zal compenseren.

Aanvullend wordt daarom een gewogen gemiddelde bepaald, door eenvoudigweg het totale verbruik van de populatie te delen door het totale gerelateerd oppervlak. Het eerste ongewogen gemiddelde is de intensiteit die gebruikt kan worden bij bijv. benchmarken. Het gewogen gemiddelde zou gebruikt moeten worden om het totaal verbruik van een gebouwtype in Nederland te bepalen.

Missende data

In de Excel tabbladen zijn geel gearceerde cellen te zien. Dit geeft aan dat de betreffende intensiteit niet gepubliceerd kon worden vanwege de privacy regels van het CBS. Er waren dan bijv. te weinig individuele records waarmee de intensiteit was berekend, en/of een record was verantwoordelijk voor meer dan 50% van het totaal verbruik binnen dat segment. Wij hebben de ontbrekende waarden proberen te schatten, bijv. door gebruik te maken van verhoudingsgetallen vanuit een ander gebouwtype. Zodoende zijn de tabellen gecompleteerd.

[7] Op www.energievastgoed.nl/whitepapers is na aanleiding van deze rapportage een artikel geplaatst, waarbij de strategie van benchmarken met een voorbeeld wordt toegelicht. Dit artikel is ook via www.ecn.nl/publicaties te vinden.

3

Gas-intensiteiten kantoren

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk analyseren we de gas-intensiteit voor kantoren. In paragraaf 3.2 kijken we naar de spreiding in dit kengetal voor maar liefst 45 duizend kantoor-verblijfsobjecten (vbo's). In paragraaf 3.3 volgt de afhankelijkheid naar gebouwgrootte, gevolgd door die van bouwjaarklassen in paragraaf 3.4. In paragraaf 3.5 combineren we deze twee en bepalen we gas-intensiteit naar gebouwgrootte *binnen* bouwjaarklassen. In paragraaf 3.6 ten slotte, analyseren we de invloed van verschillende economische activiteiten in een kantoor door een onderheid te maken naar 'SBI-hoofdafdelingen'.

3.2 Frequentieverdeling gehele voorraad

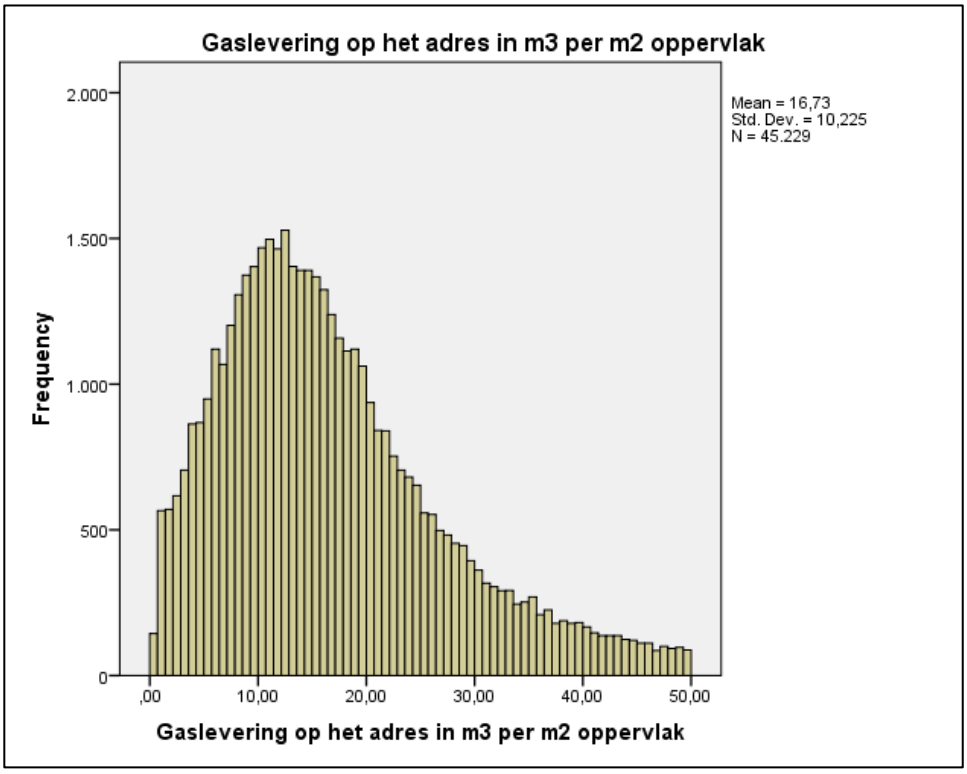
In Figuur 1 is de SPSS frequentietabel (histogram) van de gas-intensiteit voor 45.229 kantoor-verblijfsobjecten gegeven. Het ongewogen gemiddelde komt uit op 16,7 m^3 gas/m^2 GO. De mediaan (50%-percentiel) geeft een waarde van 14,9 m^3 gas/m^2 GO en ligt hiermee op bijna 90% van het ongewogen gemiddelde. Het gewogen gemiddelde ligt 25% lager dan het ongewogen gemiddelde en komt uit op 12,5 m^3 gas/m^2 GO.

In paragraaf 2.2 is al aangegeven dat een individuele record in dit bestand, niet altijd exact overeen hoeft te komen met een kantoor-verblijfsobject. Juist voor kantoren is er een tweede 'risicofactor'. Gebleken is dat de grotere kantoren moeilijker te koppelen waren aan verbruiksgegevens dan de kleinere. De reden hiervoor is dat de relatie tussen EAN-aansluiting en BAG-oppervlak minder vaak duidelijk is. Er is hierdoor een risico dat er relatief gezien meer kleinere kantoren zijn meegenomen in de analyse. Ondanks de geweldig hoge score bij het koppelen van bestanden, kan het dan ook zijn dat op dit hoogste aggregatieniveau (alle kantoren in ons gevalideerd data bestand), de samenstelling van de voorraad afwijkt van de werkelijkheid. Met andere woorden, we

Aanbeveling: op een dieper detailniveau de kantorenpopulatie analyseren.

zijn niet geheel zeker van de representativiteit van onze populatie. De mate van de afwijking is nog een onbekende.

Figuur 1: SPSS frequentietabel gas-intensiteit (m^3 gas per m^2 GO)



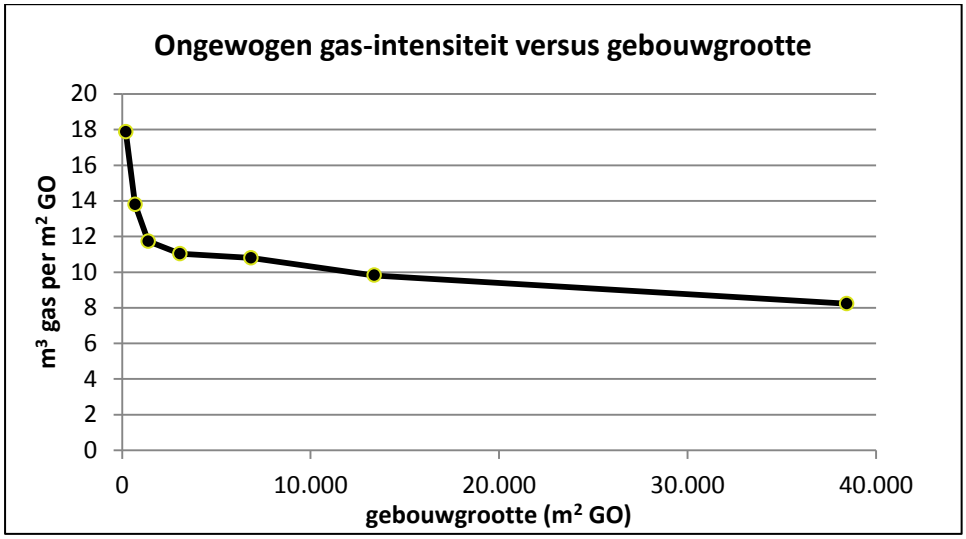
3.3 Gas-intensiteit en voorraad naar gebouwgrootte

In Figuur 2 wordt de ongewogen gas-intensiteit gegeven als functie van de gebouwgrootte. De figuur laat zien dat de gas-intensiteit zoals verwacht afneemt met gebouwgrootte. Vanuit de theorie is bekend dat grotere gebouwen een lagere gas-intensiteit hebben dan kleinere gebouw. Dit vanwege het feit dat er relatief gezien steeds minder oppervlakte aan buitenschil bijkomt (gerelateerd aan warmteverlies), wanneer de omvang van het gebouw, en dus ook de te verwarmen inhoud, toeneemt.

We weten dat er veel minder grote kantoren dan kleine zijn, maar dat deze relatief gezien wel meer oppervlak in beslag nemen. Daarmee nemen ze ook een groot deel van het gasverbruik voor hun rekening. Als voorbeeld: met de data vanuit dit onderzoek hebben we bepaald dat ‘slechts’ zo’n 30% van alle kantoorgebouwen onder de Wet Milieubeheer valt. Deze kantoren verbruiken op jaarbasis meer dan de gestelde grenzen van 25.000 m^3 gas en/of 50.000 kWh elektriciteit. Maar bij elkaar nemen deze kantoren wel zo’n 85% van het totaal oppervlak voor hen rekening, en zijn ze verantwoordelijk voor 80% van het totaal gas- en 90% van het totaal elektriciteitsverbruik.

Met andere woorden, de 30% relatief grote kantoren domineren de situatie, en deze hebben volgens Figuur 2 een relatief lagere gas-intensiteit. Hiermee is te verklaren waarom de gas-intensiteit als gewogen gemiddelde, waarbij de invloed van gebouwgrootte zich doet gelden, lager ligt dan het ongewogen gemiddelde. Dit zal voor de meeste gebouwtypen gelden, maar er zijn uitzonderingen, paragraaf 5.3 gaat hier dieper op in.

Figuur 2: Ongewogen gas-intensiteit (m^3 per m^2 GO) naar gebouwgrootte; kantoor



Enkel voor kantoren zijn zowel de ongewogen en gewogen gemiddelde bepaald voor deelpopulaties. Deze worden in Tabel 7 weergegeven. In de laatste kolom wordt weergegeven wat het gewogen gemiddelde is als percentage van het ongewogen gemiddelde. Omdat het ongewogen gemiddelde sterk afhankelijk is van de gebouwgrootte, en omdat nu juist rekening is gehouden met deze grootte door de voorraad op te delen naar grootteklasse, is er vrijwel geen onderscheid naar de twee typen gemiddelden. In de volgende paragraaf zullen we zien dat dit bij de opdeling naar bouwjaarklassen juist wel zo is.

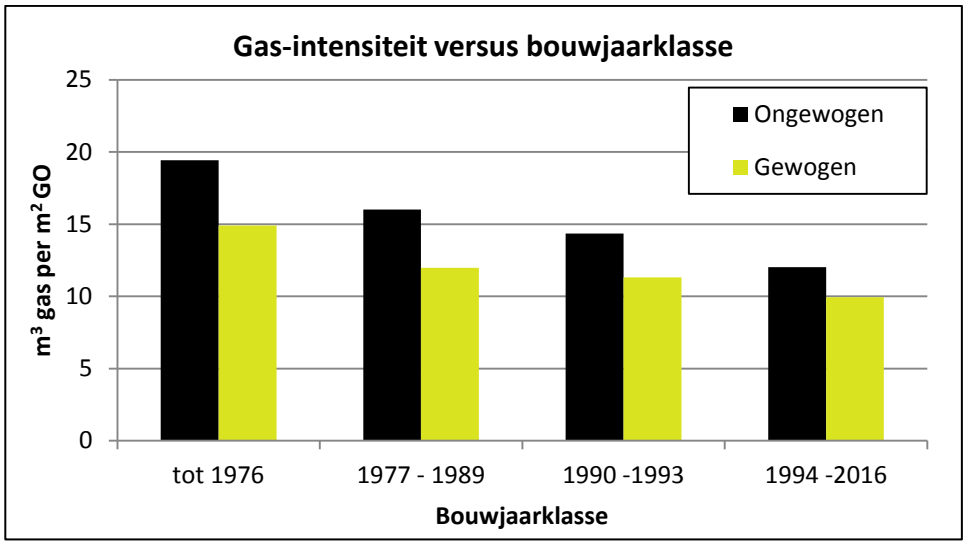
Tabel 7: Ongewogen en gewogen gas-intensiteit kantoren naar grootteklasse

Ondergrens m^2 GO grootteklasse	Bovengrens m^2 GO grootteklasse	Aantal waarnemingen N dataset	Ongewogen gas-intensiteit (m^3/m^2 GO)	Gewogen Gas-intensiteit (m^3/m^2 GO)	Gewogen als % van ongewogen
22	500	35,521	17.9	17.2	96%
501	1,000	4,918	13.8	13.6	99%
1,001	2,000	2,465	11.7	11.7	99%
2,001	5,000	1,562	11.0	10.9	99%
5,001	10,000	467	10.8	10.8	100%
10,001	20,000	228	9.8	9.8	100%
20,001	141,621	68	8.2	8.0	97%
Geaggregeerd	Geaggregeerd	45,229	16.7	12.5	75%

3.4 Gas-intensiteit naar bouwjaarklassen

In Figuur 3 worden zowel de gewogen-, als de ongewogen gas-intensiteit gegeven als functie van de bouwjaarklasse; Tabel 8 geeft de achterliggende waarden. Hieruit volgt, zoals verwacht, dat de intensiteit afneemt met een recentere bouwjaarklasse. Ook is te zien dat nu het gewogen gemiddelde per bouwjaarklasse een stuk lager ligt dan het ongewogen gemiddelde.

Figuur 3: Gas-intensiteit (m^3 per m^2 GO) naar bouwjaarklasse



Tabel 8: Ongewogen en gewogen gas-intensiteit kantoren naar bouwjaarklasse

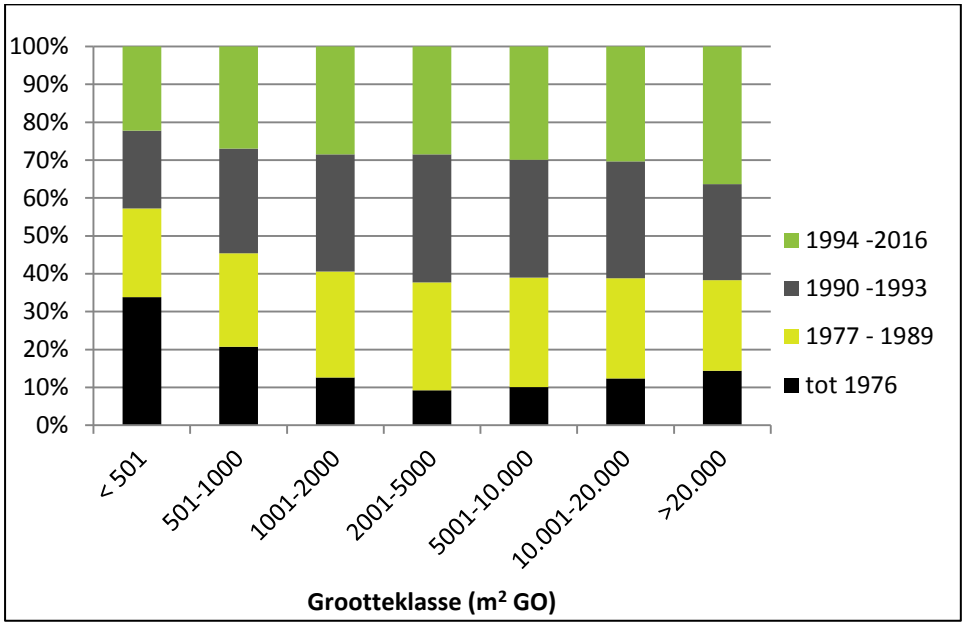
Indeling bouwjaarklassen	Aantal waarnemingen N dataset	Ongewogen gas intensiteit (m^3/m^2 GO)	Gewogen gas intensiteit (m^3/m^2 GO)	Gewogen als % van ongewogen
Alles tot en met 1976	24,916	19.4	14.9	77%
van 1977 tot en met 1989	5,718	16.0	12.0	75%
van 1990 tot en met 1993	2,482	14.4	11.3	79%
van 1994 tot en met 2016	12,113	12.0	9.9	83%
Geaggregeerd	45,229	16.7	12.5	75%

3.5 Gas-intensiteit en voorraad naar gebouwgrootte binnen bouwjaarklassen

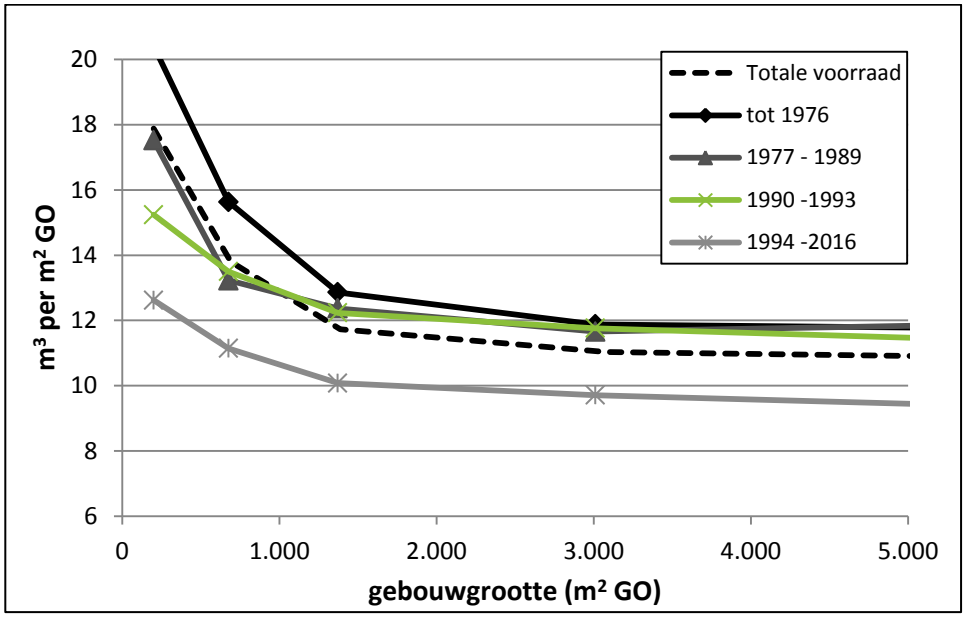
Alleen voor kantoren kon gekeken worden naar intensiteiten in relatie tot *zowel* gebouwgrootte als bouwjaarklassen, omdat de kantorenpopulatie in de dataset voldoende groot is. De gehele populatie wordt nu namelijk opgedeeld in 4 bouwjaarklassen x 7 grootteklassen = 28 deelpopulaties.

Figuur 4 geeft in relatieve zin het aantal kantoren naar bouwjaarklasse, *binnen* een grootteklasse. Dit is bepaald met de eerder genoemde BAG-Handelsregister combinatie (ECN/EIB). De figuur geeft aan dat het aandeel oudste gebouwen afneemt wanneer de grootteklasse toeneemt. Met andere woorden, recentere gebouwen zijn relatief groter. Vanaf 2000 m^2 GO liggen de verhoudingen dichter bij elkaar. Figuur 15 in Bijlage D draait de x-as en y-as om en toont het relatief aandeel kantoren (aantal) naar grootteklasse (m^2 GO) binnen een bouwjaarklasse. Uiteraard volgt hieruit dezelfde conclusie.

Figuur 4: Relatief aandeel kantoren (aantal) naar bouwjaarklasse binnen een grootteklasse (m^2 GO)



Figuur 5: Gas-intensiteit (m^3 per m^2 GO) naar gebouwgrootte (m^2 GO) en bouwjaarklassen



Figuur 5 laat de consequentie zien van deze constatering. De onderbroken lijn geeft de gas-intensiteit naar gebouwgrootte voor de gehele voorraad. Deze is identiek aan het eerste deel van Figuur 2. De overige lijnen geven dezelfde informatie, maar dan met een onderscheid naar bouwjaarklasse. Oudere gebouwen hebben een hogere gas-intensiteit dan nieuwere. Aangezien de kleiner gebouwen vaker oudere gebouwen zijn, start de gas-intensiteit in de figuur voor de voorraad tot 1976 met de hoogste waarde. Dit eerste startpunt neemt met een recentere bouwjaarklasse netjes af, zoals we nu zouden verwachten. Vanaf ongeveer 2000 m^2 GO lopen de lijnen min of meer parallel. Duidelijk is te zien dat alleen de lijn welke de meest recente bouwjaarklasse representeert, onder het gemiddelde van de gehele voorraad ligt, de overige liggen er juist boven[8].

Analyse projecteren op andere gebouwtypen

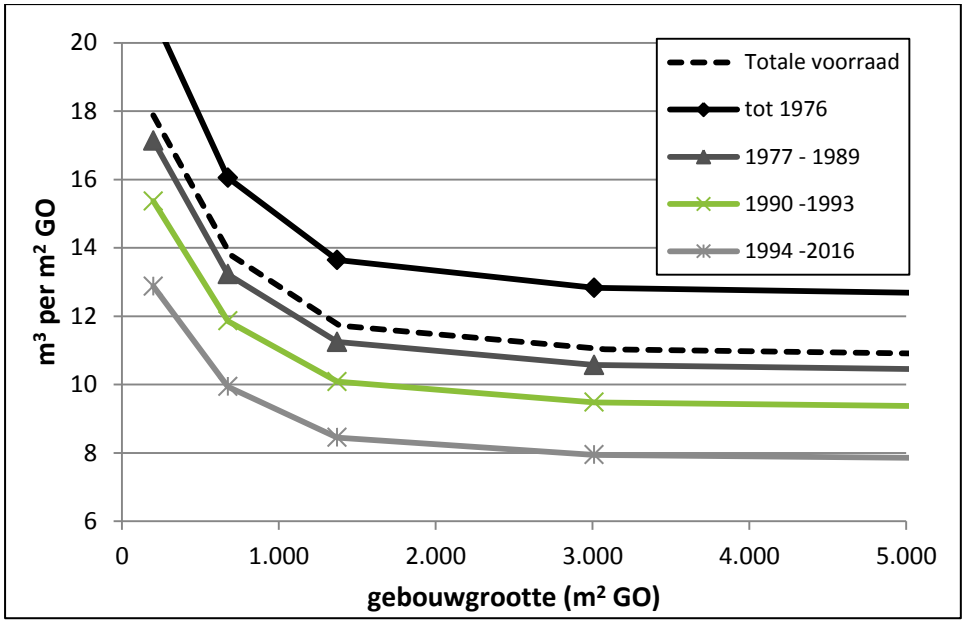
Voor de andere gebouwtypen waren we vanwege de kleinere gebouwpopulaties niet in staat de *combinatie* van bouwjaar- en grootteklasse te analyseren. We gebruiken daarom het inzicht opgedaan in deze paragraaf en projecteren dit op de andere gebouwtypen. We passen de volgende strategie toe:

1. De intensiteiten voor de gehele populatie binnen een bouwjaarklassen in bekend, meestal neemt deze af voor het gasverbruik voor recentere gebouwen, zoals in Figuur 3 (zie paragraaf 5.2).
2. Ook de intensiteit voor de gehele populatie binnen een grootteklasse is bekend. Ook deze neemt meestal af, conform Figuur 2.
3. De relatieve afname van Figuur 2, wordt vervolgens toegepast op iedere afzonderlijke bouwjaarklassen van Figuur 3, zodat deze verder wordt opgedeeld naar grootteklassen.

8 Er vinden wel wat kruisingen van lijnen plaats. Dit kan te maken hebben met het feit dat in een bouwjaarklasse relatief meer is gerenoveerd dan in een andere bouwjaarklasse. Ook kan dit te maken hebben met een verschil in geometrische bouwstijl per bouwjaarklasse (bijv. meer of minder verdiepingen).

Voor kantoren kunnen we checken in hoeverre we met deze strategie slagen. Figuur 6 geeft ter controle dezelfde informatie als Figuur 5, maar dan geconstrueerd via de zojuist beschreven strategie.

Figuur 6: Gas-intensiteit (m^3 per m^2 GO) naar gebouwgrootte (m^2 GO) en bouwjaarklassen; geconstrueerd



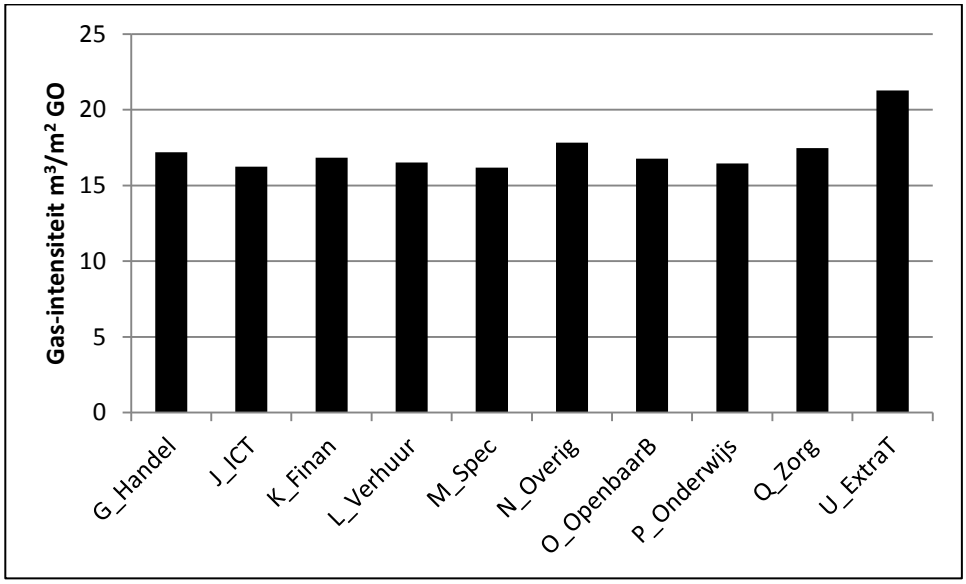
Aanbeveling: met behulp van enkele aanvullende gebouwtypen waarbij ook sprake is van een relatief grote populatie, onderzoeken of er een betere strategie gevonden kan worden om de gas-intensiteit zowel naar gebouwgrootte als naar bouwjaarklasse op te delen.

De meningen zullen verdeeld zijn of dit een acceptabel resultaat is. In ieder geval is de startwaarde voor de kleinste gebouwen vrijwel hetzelfde. Uiteraard lopen alle lijnen die de bouwjaarklassen vertegenwoordigen daarna parallel aan de onderbroken lijn welke de totale voorraad weergeeft; deze verhouding was immers juist toegepast op de onderscheiden bouwjaarklassen. Dit komt niet overeen met de werkelijkheid van Figuur 5. Van de andere kant bezien, wordt met deze figuur redelijk ingezoomd en dus afwijkingen uitvergroot. De gas-intensiteit van de meest recente bouwjaarklasse ligt bij een grootte van 3000 m^2 GO 1,3 m^3/m^2 lager dan in werkelijkheid. Dit is in relatieve zin met 18% afwijking fors, in absolute zin echter weinig, zeker gezien de bandbreedte van de histogram aan het begin van dit hoofdstuk,

3.6 Gas-intensiteit en voorraad naar SBI-hoofdafdelingen

In kantoren vinden verschillende economische activiteiten plaats. We weten dat kantoren zich in iedere SBI-hoofdafdeling bevinden. Voor de kantorenvoorraad is daarom gekeken naar de relatie tussen intensiteiten en 10 SBI-hoofdafdelingen. Figuur 7 toont de resultaten van de ongewogen intensiteiten in een staafdiagram, Tabel 9 geeft de achterliggende waarden en vermeldt ook de gewogen gas-intensiteiten.

Figuur 7: Ongewogen gas-intensiteit m^3/m^2 GO naar enkele SBI-hoofdafdelingen



Uit deze analyse volgt dat de ongewogen gas-intensiteit voor de eerste 9 van dit rijtje hoofdafdelingen binnen een bandbreedte van -3% tot +7% van het gemiddelde (16,7 m^3/m^2) blijft. Voor de elektriciteitsintensiteit is deze bandbreedte veel groter, zal uit het volgende hoofdstuk blijken. De laatste hoofdafdeling, de 'Extraterritoriale organisaties en lichamen[9]', heeft echter een gas-intensiteit dat 27% hoger ligt ten opzichte van het gemiddelde.

Tabel 9: Ongewogen en gewogen gas-intensiteit kantoren naar SBI hoofdafdeling

SBI hoofdafdeling	Ongewogen gas intensiteit (m^3/m^2 GO)	% tov gemiddelde	Gewogen gas intensiteit (m^3/m^2 GO)	% tov gemiddelde	Gewogen als % van ongewogen
G_Handel	17.2	103%	13.6	108%	79%
J_ICT	16.3	97%	10.6	85%	65%
K_Finan	16.8	101%	12.7	102%	76%
L_Verhuur	16.5	99%	12.8	102%	77%
M_Spec	16.2	97%	12.9	103%	79%
N_Overig	17.8	107%	12.3	98%	69%
O_OpenbaarB	16.8	100%	11.6	92%	69%
P_Onderwijs	16.5	98%	16.2	129%	98%
Q_Zorg	17.5	104%	15.5	124%	89%
U_ExtraT	21.3	127%	21.3	170%	100%
Geaggregeerd	16.7	100%	12.5	100%	75%

[9] Deze klasse omvat 'internationale organisaties, zoals de Verenigde Naties en hun gespecialiseerde en regionale organisaties, de Europese Unie, de Europese Vrijhandelsassociatie, de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, de Internationale Douaneraad, het Internationaal Monetair Fonds en de Wereldbank. - diplomatieke en consulaire vertegenwoordigingen wanneer zij waargenomen worden door het land van vestiging en niet door het land dat zij vertegenwoordigen. Deze klasse omvat niet: - Nederlandse diplomatieke en consulaire vertegenwoordigingen in het buitenland (84.21)' Dit is een relatief kleine voorraad.

4

Elektriciteit-intensiteiten kantoren

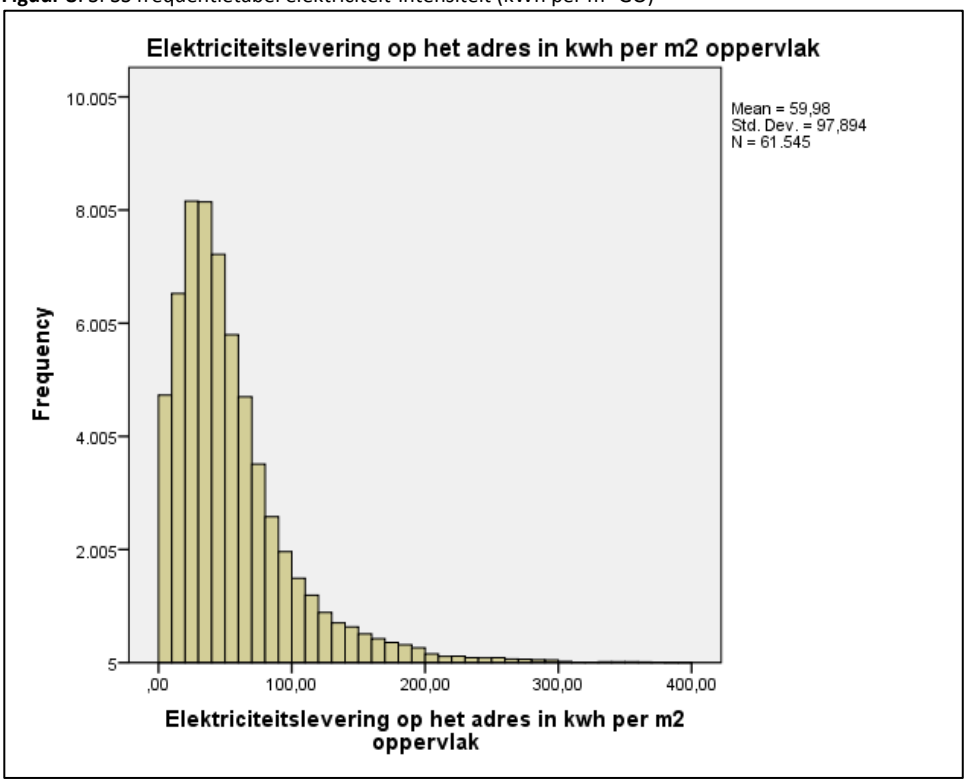
4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk analyseren we de elektriciteit-intensiteit voor kantoren. De structuur is hetzelfde als in het vorige hoofdstuk. In paragraaf 4.2 kijken we naar de spreiding in dit kengetal voor bijna 60 duizend kantoor-verblijfsobjecten (vbo's). In paragraaf 4.3 volgt de afhankelijkheid naar gebouwgrootte, gevolgd door die van bouwjaarklasse in paragraaf 4.4. In paragraaf 4.5 combineren we deze twee en bepalen we gas-intensiteit naar gebouwgrootte *binnen* bouwjaarklassen. In paragraaf 4.6 ten slotte, analyseren we de invloed van SBI-hoofdafdelingen.

4.2 Frequentieverdeling gehele voorraad

In Figuur 8 is de SPSS frequentietabel (histogram) van de elektriciteit-intensiteit voor 61.545 kantoor-vbo's gegeven. Het ongewogen gemiddelde komt uit op 60,0 kWh/m^2 GO. De mediaan (50%-percentiel) geeft een waarde van 44,1 kWh gas/m^2 GO en ligt hiermee op 75% van het ongewogen gemiddelde, wat aangeeft dat de afwijking van een normaalverdeling relatief sterk is. Het gewogen gemiddelde ligt 30% hoger dan het ongewogen gemiddelde en komt uit op 78,0 kWh/m^2 GO.

Figuur 8: SPSS frequentietabel elektriciteit-intensiteit (kWh per m^2 GO)



Ter inspiratie

In de ECN archieven zijn enkele rapportages gevonden met intensiteiten uit het verleden. Zo vonden we voor kantoren dat in het jaar 1995 de gas-intensiteit rond de 38 m^3/m^2 lag en de elektriciteit-intensiteit rond de 190 kWh/m^2. Met de kentallen anno 2013 kan nu bepaald worden dat over een periode van 13 jaar het gasverbruik met 56%, en het elektriciteitsverbruik met 68% is afgenomen, zoals onderstaande tabel weergeeft.

Intensiteit	Kantoor 1995	Kantoor 2013	Afname in 18 jaar
m^3 gas/m^2	38	16.7	56%
kWh elek/m^2	190	60.0	68%

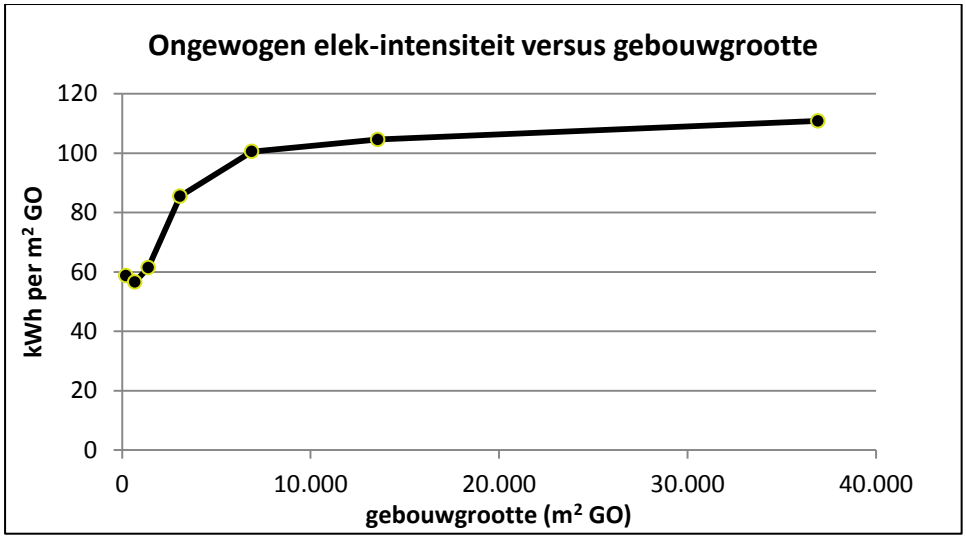
Dezelfde forse dan wel minder forse dalingen worden gezien bij hotels en ziekenhuizen. Voor onderwijs is het interessant te moeten constateren dat de elektriciteit-intensiteit juist met 40% is *toegenomen*; waarschijnlijk vanwege een sterke toename van ICT toepassingen en de introductie van mechanische ventilatie. Volgens (Hoevenagel, 2012) is 61% van het vloeroppervlak binnen het onderwijs nog voorzien van 'normale-TL buizen'; het hoogste percentage ten opzichte van de vijf in het 'Ubouwpanel' meegenomen gebouwtypen.

4.3 Elektriciteit-intensiteit en voorraad naar gebouwgrootte

In Figuur 9 wordt de ongewogen elektriciteit-intensiteit gegeven als functie van de gebouwgrootte. Deze figuur toont dat de elektriciteit-intensiteit toeneemt met gebouwgrootte. Een achterliggende reden zou kunnen zijn een toenemend gebruik van mechanische ventilatie[10] en ICT-toepassingen.

We wisten al dat er veel meer kleine kantoren dan grote zijn, maar dat deze relatief gezien minder oppervlak in beslag nemen en ook een minder groot deel van het verbruik voor hun rekening nemen. Dit betekent dat de intensiteit van de grotere kantoren domineert, en deze ligt relatief gezien hoger voor de elektriciteit-intensiteit (in tegenstelling tot de gas-intensiteit in paragraaf 3.3). Dit is de achterliggende reden dat het gewogen gemiddelde voor de elektriciteit-intensiteit in de regel hoger ligt dan het ongewogen gemiddelde.

Figuur 9: Elektriciteit-intensiteit (kWh per m^2 GO) naar gebouwgrootte



In paragraaf 5.3 zullen we zien dat de relatie elektriciteit-intensiteit versus gebouwgrootte bij de andere gebouwtypen een stuk minder duidelijk is. Vaker dan bij de gas-intensiteiten neemt de elektriciteit-intensiteit toe met gebouwgrootte. Soms is de afhankelijkheid niet duidelijk vanuit de statistische analyse. Dit speelt door in de gewogen elektriciteit-intensiteit voor de gehele populatie; deze ligt voor meerdere gebouwtypen juist hoger.

Enkel voor kantoren zijn zowel de ongewogen en gewogen gemiddelde bepaald voor deelpopulaties. Deze worden in Tabel 10 weergegeven. In de laatste kolom wordt weergegeven wat het gewogen gemiddelde is als percentage van het ongewogen

10 Aangezien een deel hiervan gecombineerd wordt met warmteterugwinning, zou dit betekenen dat de equivalente *afname* van de gas-intensiteit (**Figuur 2**), sneller verloopt dan op grond van een toenemend verliesoppervlak verwacht mag worden.

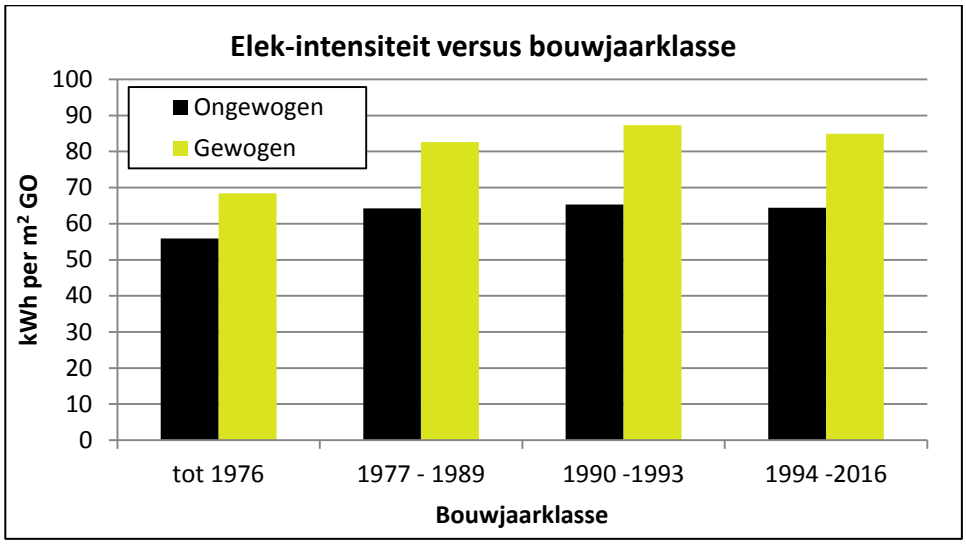
gemiddelde. Omdat het ongewogen gemiddelde sterk afhankelijk is van de gebouwgrootte, en omdat nu juist rekening is gehouden met deze grootte door de voorraad op te delen naar grootteklasse, is er vrijwel geen onderscheid naar de twee typen gemiddelden. In de volgende paragraaf zullen we zien dat dit bij de opdeling naar bouwjaarklassen` juist wel zo is.

Tabel 10: Ongewogen en gewogen elektriciteit-intensiteit kantoren naar grootteklasse

Ondergrens m^2 GO grootteklasse	Bovengrens m^2 GO grootteklasse	Aantal waarnemingen N dataset	Ongewogen elek-intensiteit (kWh/m^2 GO)	Gewogen elek-intensiteit (kWh/m^2 GO)	Gewogen als % van ongewogen
22	500	50,399	58.7	56.5	96%
501	1,000	5,798	56.6	57.4	101%
1,001	2,000	2,730	61.4	61.7	100%
2,001	5,000	1,725	85.5	88.3	103%
5,001	10,000	525	100.5	103.9	103%
10,001	20,000	267	104.6	108.9	104%
20,001	141,621	101	110.8	105.3	95%
Geaggregeerd	Geaggregeerd	61,545	60.0	78.0	130%

4.4 Elektriciteit-intensiteit naar bouwjaarklassen

Figuur 10: Elektriciteit-intensiteit (kWh per m^2 GO) naar bouwjaarklasse



In Figuur 10 worden zowel de gewogen-, als de ongewogen elektriciteit-intensiteit gegeven als functie van bouwjaarklasse. Tabel 11 geeft de achterliggende waarden. Hieruit volgt dat de intensiteit eerst toeneemt met een recentere bouwjaarklasse. Waarschijnlijk heeft dit te maken met de toepassing van koeling en mechanische ventilatie. De meest recente bouwjaarklasse laat echter een kleine afname zien. Dat zou

verklaard kunnen worden door de toepassing van energiebesparende maatregelen zoals energiezuinige verlichting. Ook is te zien dat nu het gewogen gemiddelde per bouwjaarklasse een stuk hoger ligt dan het ongewogen gemiddelde, dit in tegenstelling tot de gas-intensiteit van de vorige paragraaf. Per bouwjaarklasse domineren de grotere gebouwen, waar de elektriciteit-intensiteit hoger ligt. Het aandeel grotere gebouwen neemt toe met recentere bouwjaarklassen, waardoor dit effect groter wordt; het percentage in de laatste kolom neemt toe.

Tabel 11: Ongewogen en gewogen elektriciteit-intensiteit kantoren naar bouwjaarklasse

Indeling bouwjaarklassen	Aantal waarnemingen N dataset	Ongewogen elek intensiteit (kWh/m^2 GO)	Gewogen elek intensiteit (kWh/m^2 GO)	Gewogen als % van ongewogen
alles tot en met 1976	32,197	55.9	68.4	122%
van 1977 tot en met 1989	7,982	64.3	82.6	129%
van 1990 tot en met 1993	3,356	65.3	87.3	134%
van 1994 tot en met 2016	18,010	64.4	84.9	132%
Geaggregeerd	61,545	60.0	78.0	130%

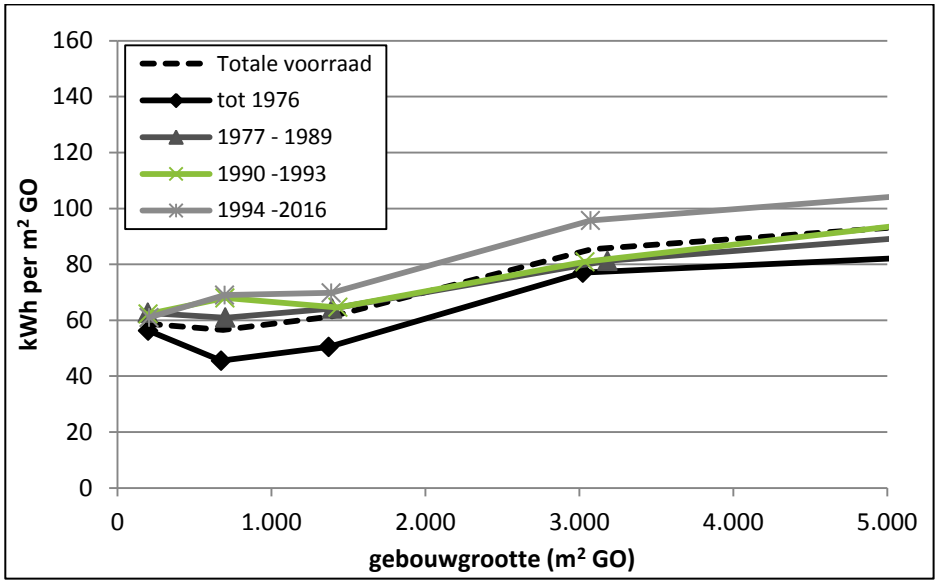
4.5 Elektriciteit-intensiteit naar gebouwgrootte binnen bouwjaarklassen

Zoals aangegeven in het vorige hoofdstuk, kon alleen voor kantoren gekeken worden naar intensiteiten in relatie tot *zowel* gebouwgrootte als bouwjaarklassen. Dit vanwege het feit dat de kantorenpopulatie in de dataset voldoende groot is.

Figuur 4 in paragraaf 3.5 geeft in relatieve zin het aantal kantoren naar bouwjaarklasse, *binnen* een grootteklasse. De figuur geeft aan dat het aandeel nieuwe gebouwen toeneemt wanneer ook de grootteklasse toeneemt. Met andere woorden, er bevinden zich meer grotere kantoren in recentere gebouwen.

Figuur 11 laat de consequentie zien van deze constatering. De onderbroken lijn geeft de elektriciteit-intensiteit naar gebouwgrootte voor de gehele voorraad. Deze is identiek aan het eerste deel van Figuur 9. De overige lijnen geven dezelfde informatie, maar dan met een onderscheid naar bouwjaarklasse. In tegenstelling tot de gas-intensiteiten, starten de elektriciteit-intensiteiten (de kleinere gebouwen) dichter bij dezelfde waarde. Daarna neemt de elektriciteit-intensiteit voor alle bouwjaarklassen toe, alhoewel er een paar hobbels en bobbels te constateren zijn. Recentere gebouwen hebben een hogere elektriciteit-intensiteit. Aangezien de grotere gebouwen vaker recentere gebouwd zijn, neemt de elektriciteit-intensiteit in de figuur toe.

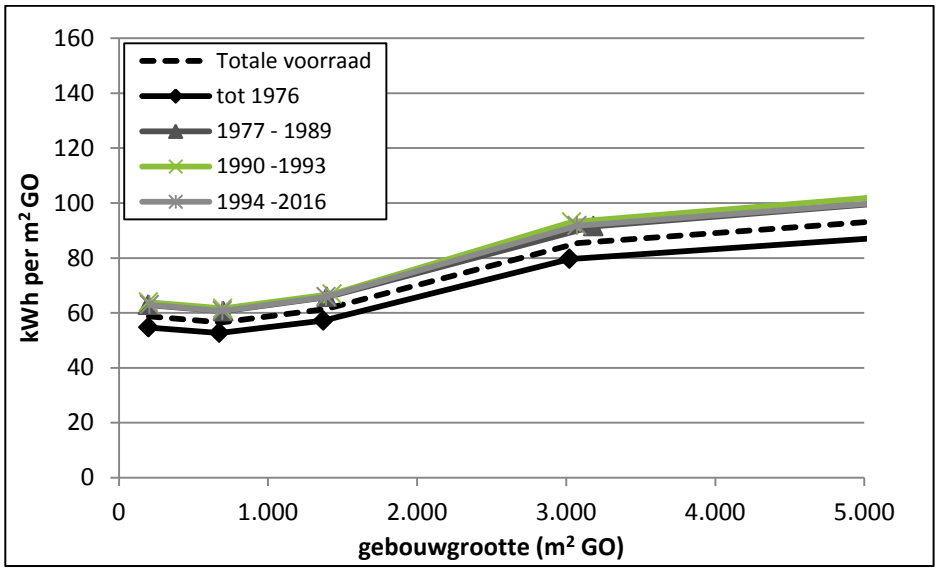
Figuur 11: Elektriciteit-intensiteit (kWh per m^2 GO) naar gebouwgrootte (m^2 GO) en bouwjaarklassen



Analyse projecteren op andere gebouwtypen

Ook hier gebruiken we het inzicht opgedaan in deze paragraaf om de elektriciteit-intensiteiten voor de andere gebouwtypen verder op te splitsen. We passen dezelfde strategie als besproken in paragraaf 3.5 toe. Figuur 6 geeft ter controle het resultaat; dezelfde informatie als Figuur 5, maar dan geconstrueerd.

Figuur 12: Gas-intensiteit (m^3 per m^2 GO) naar gebouwgrootte (m^2 GO) en bouwjaarklassen; geconstrueerd

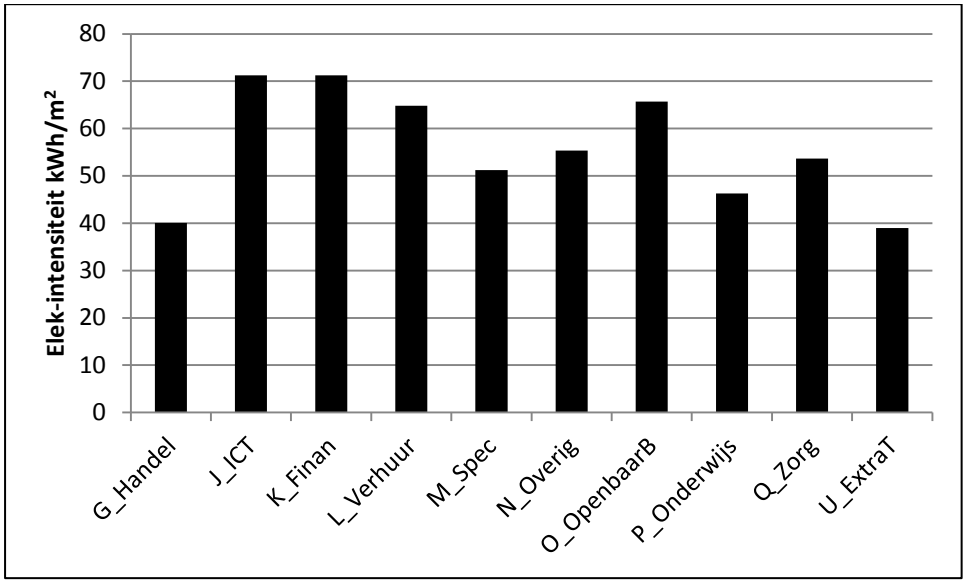


Ook nu starten de lijnen rondom dezelfde startwaarde. Daarna blijven ze echter wat dichter bij elkaar in vergeling tot Figuur 11. De elektriciteit-intensiteit van de meest recente bouwjaarklasse ligt bij een grootte van 3000 m^2 GO 4 kWh/m^2 lager dan in werkelijkheid. Zowel in absolute als in relatieve zin weinig (-4%).

4.6 Elektriciteit-intensiteit en voorraad naar SBI-hoofdafdelingen

In het verlengde van paragraaf 3.6, is in onderstaande Figuur 13 de relatie weergegeven tussen ongewogen elektriciteit-intensiteiten en SBI- hoofdafdeling. Tabel 12 geeft de achterliggende waarden en vermeld ook de gewogen gas-intensiteiten.

Figuur 13: Elektriciteit-intensiteit kWh/m^2 GO naar enkele SBI-hoofdafdelingen



Uit deze analyse volgt dat de elektriciteit-intensiteit veel sterker varieert tussen de SBI's in vergelijking tot de gas-intensiteiten. SBI 'Extraterritoriale organisaties en lichamen' welke de hoogste gas-intensiteit had, heeft nu samen met de Handel de laagste elektriciteit-intensiteit. Deze ligt een derde onder het gemiddelde. De financial sector, SBI-K, waar banken en verzekeraars zich bevinden, heeft, samen met de sector 'Informatie en communicatie' de hoogste elektriciteit -intensiteit (20% boven het gemiddelde). Het vermoeden is dat binnen deze sectoren het elektriciteitsverbruik per vierkante meter hoger ligt vanwege een intensiever ICT gebruik.

Tabel 12: Ongewogen en gewogen elektriciteit-intensiteit kantoren naar SBI hoofdafdeling

SBI hoofdafdeling	Ongewogen intensiteit kWh/m^2 GO	% tov gemiddelde	Gewogen intensiteit kWh/m^2 GO	% tov gemiddelde	Gewogen als % van ongewogen
G_Handel	40.0	67%	46.4	59%	116%
J_ICT	71.3	119%	57.9	74%	81%
K_Finan	71.3	119%	97.8	125%	137%
L_Verhuur	64.8	108%	69.1	89%	107%
M_Spec	51.2	85%	52.3	67%	102%
N_Overig	55.4	92%	57.4	74%	104%
O_OpenbaarB	65.7	110%	87.2	112%	133%
P_Onderwijs	46.3	77%	54.0	69%	117%
Q_Zorg	53.6	89%	63.0	81%	117%
U_ExtraT	39.0	65%	92.0	118%	236%
Geaggregeerd	60.0	100%	78.0	100%	130%

5
Overige gebouwtypen

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we de kentallen van de overige gebouwtypen. De eerste paragrafen betreffen gebouwtypen binnen de dienstensector. In paragraaf 5.2 worden de ongewogen intensiteiten behandeld. In paragraaf 5.3 wordt de afhankelijkheid van de ongewogen gas-intensiteiten met de gebouwgrootte uitgewerkt. Dit resulteert in een overzicht van gewogen gas-intensiteiten. In paragraaf 5.4 volgt hetzelfde voor de elektriciteit-intensiteiten. In paragraaf 5.5 wordt gekeken naar de relatie met bouwjaarklassen. In paragraaf 5.6 tenslotte worden de kentallen van bedrijfshallen binnen een aantal industriële sectoren uitgewerkt.

Excel file als bijlage
De informatie in paragraaf 5.2 tot en met 5.5 is afkomstig uit de Excel file die als bijlage aan deze rapportage is toegevoegd. Deze bevat de resultaten van statische analyses van de gebouwtypen binnen de dienstensector. De structuur van deze file is als volgt:

Tabblad [Samenvatting] geeft de volgende informatie op geaggregeerd niveau:
- Ongewogen intensiteiten
- Gewogen intensiteiten
- Gewogen intensiteiten als % van ongewogen intensiteiten.

Ook geeft dit tabblad aan op welke volgende tabbladen resultaten op een lager aggregatieniveau is te vinden voor de 24 onderscheiden gebouwtypen. Binnen deze tabbladen wordt vervolgens per gebouwtype de volgende informatie gepresenteerd:

- Statistische analyse ongewogen intensiteiten naar grootteklassen; inclusief de waarden behorende bij de percentielen 10%, 20%, 40%, 50%, 60%, 80% en 90%. Rechts van de staafdiagram wordt de originele histogram van de analyse getoond. Voor kantoren worden ook de gewogen intensiteiten naar grootteklassen gegeven.
- Statistische analyse ongewogen intensiteiten naar bouwjaarklassen. Voor kantoren worden ook de gewogen intensiteiten naar bouwjaarklassen gegeven.

- Bewerking resultaten: opdeling intensiteiten naar grootteklassen *binnen* een bouwjaarklasse. Voor kantoren zijn dit daadwerkelijke statistische resultaten, voor de overige gebouwtypen zijn dit berekende waarden.
- Voorkantoren worden ook de intensiteiten naar economische sectoren gegeven

5.2 Ongewogen intensiteiten gebouwtypen dienstensector

Tabel 13 geeft de intensiteiten voor de 24 in dit onderzoek geanalyseerde gebouwtypen binnen de dienstensector. Naast de gas-, en elektriciteit-intensiteit, wordt in de laatste kolom ook de totale intensiteit gegeven. Dit is een optelsom van de gas- en elektriciteit-intensiteit, waarbij het gasverbruik is omgezet naar een kWh-verbruik[11]. In de tabel zijn de gebouwtypen die tot dezelfde branche behoren bij elkaar gehouden.

In Bijlage F is de tabel gesplitst voor de gas-, en elektriciteit-intensiteiten, en is deze gesorteerd van hoog naar laag. In Bijlage G worden de totale-intensiteit en primaire-intensiteit[12] op dezelfde wijze getoond. We kunnen de informatie op diverse manieren evalueren. In Tabel 14 is de top-5 voor iedere type intensiteit weergegeven. enkele conclusies zijn:

- Drie gebouwtypen komen in iedere top-5 voor; zwembad, sauna, café-restaurant.
- Hotel en ziekenhuis vullen de top-5 voor gas-intensiteiten aan.
- Datacenter en supermarkt vullen de top-5 van de overige drie typen intensiteiten aan; deze bestaan dan ook uit dezelfde gebouwtypen.
- Datacenters verbruiken relatief zeer veel elektriciteit per m^2, 8 maal meer dan supermarkten en 33 maal meer dan kantoren.
- Niet weergegeven in een tabel: voor 12 gebouwtypen geldt dat het primair elektriciteitsverbruik uitgedrukt in kWh/m^2 hoger ligt dan het gasverbruik uitgedrukt in kWh/m^2, voor de andere 12 gebouwtypen is dit juist andersom.

11 Op bovenwaarde; 1 m^3 gas komt overeen met 35,17/3,6 kWh. Noot dat ook de recent gepubliceerde eisen voor (bijna) energieneutraal in een maximale jaarlijkse energiebehoefte in kWh per m^2 gebruiksoppervlak wordt uitgedrukt. Dit is de energiebehoefte voor verwarming, koeling, ventilatie, warm tapwater en voor utiliteitsgebouwen ook de verlichting, dus exclusief het elektriciteitsverbruik van apparaten (RVO, 2015).

12 Met 'primair-intensiteit' wordt bedoeld dat het de elektriciteit-intensiteit met een factor 36% voor de elektriciteitsproductie is omgezet naar primair energieverbruik. Wanneer hier vervolgens het gasverbruik in Kwh/m^2 bij wordt opgeteld, verkrijgen we het primair verbruik per m^2 GO.

Tabel 13: Ongewogen intensiteiten voor de 24 in dit onderzoek geanalyseerde gebouwtypen binnen de dienstensector

#	Branche en/of rubriek	Gebouwtype	Gas-intensiteit m3/m2	Elek-intensiteit kWh/m2	Totaal kWh/m2
01	kantoor	kantoor	17	60	223
02	zorgsector	ziekenhuis	23	49	278
03	zorgsector	tehuis met overnachting	19	55	243
04	zorgsector	opvang zonder overnachting	20	59	258
05	zorgsector	medische (groeps)praktijk	18	56	229
06	onderwijs	basisschool	15	28	172
07	onderwijs	voortgezet onderwijs	13	37	166
08	onderwijs	MBO/HBO/ universiteit	15	50	193
09	detailhandel	supermarkt	20	254	453
10	detailhandel	winkel zonder koeling	16	100	252
11	horeca	café/restaurant	34	214	549
12	horeca	hotel	25	84	330
13	horeca	vakantiepark	19	39	223
14	horeca	sauna	34	143	478
15	cultuur	museum	17	53	216
16	cultuur	theater	15	115	261
17	sport	sportaccommodatie binnen	16	63	216
18	sport	sportaccommodatie buiten	16	84	240
19	sport	zwembad	51	136	635
20	bedrijfshal	datacenter	10	2003	2104
21	bedrijfshal	garage/showroom	15	50	197
22	bedrijfshal	autoschadeherstelbedrijf	15	54	204
23	bedrijfshal	groothandel met koeling	13	131	254
24	bedrijfshal	groothandel zonder koeling	10	42	140

Tabel 14: Top 5 gebouwtypen met hoogste gas-, elektriciteit-, en totaal-intensiteit

#	Top-5 gas-intensiteit	Top-5 elek-intensiteit	Top-5 totaal-intensiteit	Top-5 primair-intensiteit
1	**zwembad**	datacenter	datacenter	datacenter
2	**sauna**	supermarkt	**zwembad**	**café/restaurant**
3	**café/restaurant**	**café/restaurant**	**café/restaurant**	supermarkt
4	hotel	**sauna**	**sauna**	**zwembad**
5	ziekenhuis	**zwembad**	Supermarket	**sauna**

5.3 Invloed gebouwgrootte en gewogen gas-intensiteiten

Ongewogen gas-intensiteit naar gebouwgrootte

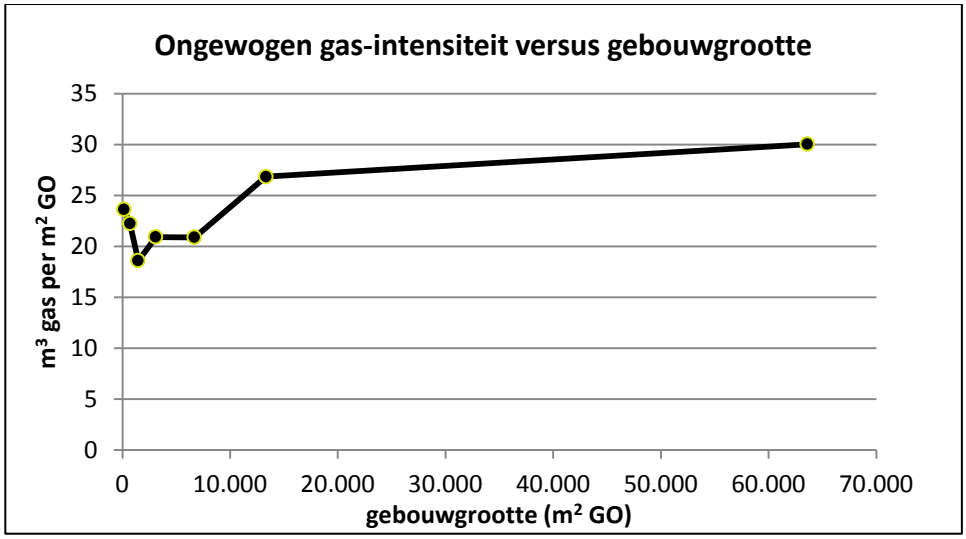
We hebben voor kantoren met **Figuur 2** gezien dat de ongewogen gas-intensiteit afneemt met gebouwgrootte. De belangrijkste reden hiervoor was de geometrie;

relatief minder warmteverliesoppervlak. Over het algemeen zijn grotere gebouwen ook recenter en daarom qua gebouwschil beter geïsoleerd; dit is een tweede reden voor de afname van de gas-intensiteit[13].

Wanneer we de equivalente figuren voor de overige 23 gebouwtypen in de bijgeleverde Excel-bijlage evalueren, blijkt deze relatie voor de meest gebouwtypen te gelden. Gebouwtypen waarbij de gas-intensiteit, eventueel na een eerste daling, eerder lijkt *toe* te nemen met gebouwgrootte, zijn ziekenhuizen, medische praktijken, sauna's en misschien datacenters.

Figuur 14 toont dit ter illustratie voor het gebouwtype ziekenhuis. Een verklaring zou kunnen zijn dat deze gebouwtypen te maken hebben met een groter aandeel gasverbruik dat *niet* ingezet wordt voor de functie ruimteverwarming; dit zal een dempend effect hebben op de relatie ongewogen gas-intensiteit versus gebouwgrootte. Een tweede reden kan zijn dat voor ziekenhuizen geldt dat relatief gezien meer kleinere en oudere ziekenhuizen zijn gerenoveerd in vergelijking tot kantoren; dit zou het verbruik van de kleinere ziekenhuizen naar beneden halen tot het niveau van de grotere. Dit zijn echter slechts eerste aannames.

Figuur 14: Ongewogen gas-intensiteit (m^3 per m^2 GO) naar gebouwgrootte; ziekenhuis



Gewogen gas-intensiteiten

De relatie tussen ongewogen gas-intensiteit en gebouwgrootte is van invloed op de waarde van de *gewogen* gas-intensiteit voor de gehele populatie. Voor kantoren hadden we gezien dat de grotere gebouwen in de totale populatie domineren qua oppervlak. Dit geldt ook voor ziekenhuizen en waarschijnlijk ook voor sauna's. Doordat nu de ongewogen gas-intensiteit van deze twee gebouwtypen toeneemt met gebouwgrootte, geldt dat de gewogen gas-intensiteit hoger ligt dan de ongewogen. Dit betreft 17% versus 69% hoger. Bijlage H toont of gewogen intensiteiten hoger dan wel lager liggen in vergelijking tot de ongewogen intensiteiten. Hieruit volgt dat een hogere ongewogen gas-intensiteit alleen voorkomt bij deze twee genoemde gebouwtypen; ziekenhuizen en sauna's.

13 Een toename van de elektriciteit-intensiteit zal dit nog verder laten afnemen vanwege een niet te verwaarlozen toename van de interne warmtelast door gebruik van apparaten.

Niet weergegeven in een tabel: geaggregeerd over alle gebouwtypen heen ligt de gewogen gas-intensiteit zo'n 25% onder de ongewogen intensiteit[14]:

Ongewogen gas-intensiteit (m^3/m^2 GO), geaggregeerd	17.9
Gewogen gas-intensiteit (m^3/m^2 GO), geaggregeerd	13.2
% gewogen van ongewogen gas-intensiteit:	74%

5.4 Invloed gebouwgrootte en gewogen elektriciteit-intensiteiten

Ongewogen elektriciteit-intensiteit naar gebouwgrootte
We hebben voor kantoren met Figuur 9 gezien dat de ongewogen elektriciteit-intensiteit toeneemt met gebouwgrootte. Een reden die hiervoor werd aangevoerd was een mogelijke toename van ICT-toepassingen en de aanwezigheid van mechanische ventilatie.

Wanneer we de equivalente figuren voor de overige 23 gebouwtypen in de bijgeleverde Excel-bijlage evalueren, blijkt dat deze relatie veel lastiger te duiden is. Een min of meer kwalitatieve beoordeling leidt tot de voorzichtige conclusie dat voor 5 andere gebouwtypen geldt dat er sprake is van dezelfde toenemende afhankelijkheid:

1. Ziekenhuis
2. MBO/HBU/universiteit
3. Opvang zonder overnachting
4. Sauna
5. Groothandel met koeling.

Voor 8 gebouwtypen lijkt de elektriciteit-intensiteit juist af te nemen. Voor de resterende 11 gebouwtypen is de afhankelijkheid niet duidelijk en/of neemt deze eerst af, gevolgd door een toename. Het heeft dan ook niet veel zin in deze paragraaf hier dieper op in te gaan.

Gewogen elektriciteit-intensiteiten
De minder duidelijke relatie tussen ongewogen elektriciteit-intensiteit en gebouwgrootte is van invloed op de waarde van de *gewogen* elektriciteit-intensiteit voor de gehele populatie. Voor kantoren hadden we gezien dat de grotere gebouwen de totale populatie domineren qua oppervlak; hierdoor ligt de gewogen elektriciteit-intensiteit maar liefst 30% hoger. Uit Bijlage H volgt dat ook 10 andere gebouwtypen een hogere gewogen elektriciteit-intensiteit hebben. De eerder 5 genoemde gebouwtypen maken hier onderdeel van uit. De overige 13 gebouwtypen hebben een gewogen elektriciteit-intensiteit welke juist lager ligt.

14 Hierbij is rekening gehouden met de voorraadgegevens per gebouwtype. Voor de ongewogen intensiteit is rekening gehouden met het aantal gebouwen binnen iedere populatie, voor de ongewogen intensiteiten is rekening gehouden met de totale voorraad binnen iedere populatie. Noot dat dit het 'gevalideerd bestand' betreft, welke kan afwijken van de werkelijke verhoudingen in Nederland.

Niet weergegeven in een tabel: geaggregeerd over alle gebouwtypen heen ligt de gewogen elektriciteit-intensiteit zo'n 15% onder de ongewogen intensiteit:

Ongewogen elektriciteit-intensiteit (kWh/m^2 GO), geaggregeerd	88.5
Gewogen elektriciteit-intensiteit (kWh/m^2 GO), geaggregeerd	74.3
% gewogen van ongewogen elektriciteit-intensiteit:	84%

5.5 Ongewogen intensiteiten naar bouwjaarklassen

Gas-intensiteit
In paragraaf 3.4 bleek dat voor kantoren de gas-intensiteit afneemt met een recentere bouwjaarklasse. Wanneer we de equivalente figuren voor de overige 23 gebouwtypen in de bijgeleverde Excel-bijlage evalueren, blijkt deze relatie voor 11 gebouwtypen ook duidelijk te gelden. Voor 5 aanvullende gebouwtypen neemt deze ook af, alhoewel minder sterk. Voor de resterende 7 gebouwtypen lijkt de gas-intensiteit min of meer gelijk te blijven (3), of eerst af te nemen en daarna weer toe te nemen (2), of is de relatie niet duidelijk (2). Geen enkel gebouwtype vertoont een continue toename.

Elektriciteit-intensiteit
In paragraaf 4.4 bleek dat voor kantoren de elektriciteit-intensiteit juist toeneemt tot aan de één na recentste bouwjaarklasse, wanneer deze weer ligt daalt. De Excel file evaluerende, moet de conclusie worden getrokken dat eigenlijk alle mogelijke situaties zich voordoen:

- Een toename, gevolgd door een afname blijkt ook voor 6 aanvullende gebouwtypen te gelden.
- Voor 7 andere gebouwtypen neemt de intensiteit uiteindelijk juist weer wat toe
- Voor 4 gebouwtypen blijft deze redelijk constant
- Voor de overige 7 gebouwtypen gelden andere afhankelijkheden, of is deze niet duidelijk.

Met andere woorden: net als de relatie elektriciteit-intensiteit versus gebouwgrootte is ook de relatie elektriciteit-intensiteit versus bouwjaarklassen minder duidelijk te beschrijven.

5.6 Intensiteiten bedrijfshallen in de industrie

Voor de BAG-Handelsregister panden die zich binnen de industrie bevinden, en van het BAG-gebruiksdoel 'industrie' zijn voorzien, zijn ongewogen en gewogen kentallen bepaald. We noemen dit gebouwtype 'bedrijfshallen'. Deze analyse heeft op diverse sectorniveaus plaatsgevonden, vaak op 4-digit niveau. Soms, vanwege de privacyregels,

op een minder gedetailleerd niveau. In deze paragraaf presenteren we de gegevens op 2-digit niveau; ook wel 'SBI-afdeling' genoemd.

Vanuit de opdrachtgever waren drie gecombineerde sectoren gevraagd mee te nemen, te weten:

1. Voedingsmiddelenindustrie: SBI 10-11
2. Rubber- en kunststofindustrie: SBI 22
3. Metalelektro en mkb metaal: SBI 24-30, 32, 33.

Tabel 15: Gas-intensiteiten industriële sectoren op 2-digit niveau

SBI	Omschrijving SBI-groep	N	ongewogen intensiteit m^3/m^2	gewogen intensiteit m^3/m^2
10	Vervaardiging van voedingsmiddelen	772	1.390	267
11	Vervaardiging van dranken	33	1.141	149
22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof	426	810	45
24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	112	287	77
25	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines / apparaten)	1.874	32	22
26	Vervaardiging van computers en elektronische en optische apparatuur	151	21	36
27	Vervaardiging van elektrische apparatuur	193	104	20
28	Vervaardiging van overige machines en apparaten	760	24	14
29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers	142	155	32
30	Vervaardiging van overige transportmiddelen	137	38	21
32	Vervaardiging van overige goederen	254	24	15
33	Reparatie en installatie van machines en apparaten	540	19	11
C	**Geaggregeerd over deze industriële SBI-afdelingen**	**5.394**	**303**	**74**
G-U	**Vergelijk geaggregeerd dienstensector (zie paragraaf 5.3)**		**18**	**13**
	Dienstensector als % van deze industriële afdelingen		**6%**	**18%**

Enkele opvallende aspecten gas-intensiteiten:

- Bij de dienstensector had het zwembad de hoogste ongewogen gas-intensiteit, namelijk ruim 50 m^3/m^2. Uit Tabel 15 volgt dat 6 van de 12 industriële SBI-afdelingen hier ruim boven zitten. Deze industriële sectoren zetten waarschijnlijk gas in voor industriële toepassingen als verhitten en/of drogen.
- Geaggregeerde over de gehele populatie, en rekening houdende met voorraadgegevens per branche-populatie (zie voetnoot 14), liggen zowel de ongewogen als gewogen gas-intensiteit een stuk hoger ten opzichte van de dienstensector. De ongewogen intensiteit ligt een factor 17 hoger, de gewogen intensiteit een factor 6.
- In vergelijking tot de gebouwtypen van de dienstensector, liggen de *gewogen* gas-intensiteiten relatief gezien een stuk lager ten opzichte van de ongewogen intensiteiten. Geaggregeerd over de gehele dienstensector ligt het gewogen gemiddelde op 74% van het ongewogen gemiddelde (zie paragraaf 5.3); bij de industrie is dit 74/303=24%. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat de grotere industrieën ten opzichte van de kleinere, veel meer oppervlak aan gebouwen in de

BAG hebben staan waar zich geen productieproces afspeelt. Dit zijn dan bijv, loodsen voor opslag.

Tabel 16: Elektriciteit-intensiteiten industriële sectoren op 2-digit niveau

SBI	Omschrijving	N	ongewogen intensiteit kWh/m^2	gewogen intensiteit kWh/m^2
10	Vervaardiging van voedingsmiddelen	791	1.601	642
11	Vervaardiging van dranken	36	1.057	467
22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof	447	3.767	518
24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	124	684	581
25	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines / apparaten)	1.985	408	161
26	Vervaardiging van computers en elektronische en optische apparatuur	167	226	300
27	Vervaardiging van elektrische apparatuur	204	1.189	206
28	Vervaardiging van overige machines en apparaten	791	201	146
29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers	152	2.570	545
30	Vervaardiging van overige transportmiddelen	156	309	152
32	Vervaardiging van overige goederen	104	114	113
33	Reparatie en installatie van machines en apparaten	585	1.130	62
C	**Geaggregeerd over deze industriële SBI-afdelingen**	**5.542**	**981**	**326**
G-U	**Vergelijk geaggregeerd dienstensector (zie paragraaf 5.4)**		**89**	**74**
	Dienstensector als % van deze industriële afdelingen		**9%**	**23%**

Enkele opvallende aspecten elektriciteit-intensiteiten

- Bij de dienstensector had een datacenter de hoogste ongewogen elektriciteit-intensiteit, namelijk ruim 2000 kWh/m^2. Uit Tabel 16 volgt dat slechts 2 van de 12 industriële SBI-afdelingen hier boven zitten. Na de uitzonderlijke hoge intensiteit van datacenters, volgde het gebouwtype supermarkt met een elektriciteit-intensiteit van ruim 250 kWh/m^2. Maar liefst 9 van de 12 industriële SBI-groepen zitten hier boven.
- Geaggregeerde over de gehele populatie, en rekening houdende met voorraadgegevens per branche-populatie (zie voetnoot 14), liggen zowel de ongewogen als gewogen elektriciteit-intensiteit een stuk hoger ten opzichte van de dienstensector. De ongewogen intensiteit ligt een factor 11 hoger, de gewogen intensiteit een factor 4. Deze factor ligt wat lager in vergelijking tot die gevonden bij de gas-intensiteiten.
- In vergelijking tot de gebouwtypen van de dienstensector, liggen ook hier de *gewogen* elektriciteit-intensiteiten relatief gezien een stuk lager ten opzichte van de ongewogen intensiteiten. Geaggregeerd over de gehele dienstensector ligt het gewogen gemiddelde op 84% van het ongewogen gemiddelde (zie paragraaf 5.4); bij de industrie is dit 325/981=33%.

In **Tabel 17** worden de ongewogen intensiteiten van de vorige twee tabellen herhaalt en samengevoegd tot een totale intensiteit in kWh/m^2 GO. De tabel is op deze laatste waarde gesorteerd. Uit de tabel volgt dat er drie branches zijn die duidelijk een hogere intensiteit hebben, in afnemende waarde zijn dit:

1. Vervaardiging van voedingsmiddelen (SBI 10)
2. Vervaardiging van dranken (SBI 11)
3. Vervaardiging van producten van rubber en kunststof (SBI 22)

Tabel 17: Ongewogen intensiteiten voor de 12 in dit onderzoek geanalyseerde industriële branches, gesorteerd naar totale intensiteit.

	SBI	Omschrijving SBI-groep	Gas-intensiteit m3/m2	Elek-intensiteit kWh/m2	Totaal kWh/m2
Industrie	10	Vervaardiging van voedingsmiddelen	1.390	1.601	15.181
	11	Vervaardiging van dranken	1.141	1.057	12.204
	22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof	810	3.767	11.680
	29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers	155	2.570	4.084
	24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	287	684	3.488
	27	Vervaardiging van elektrische apparatuur	104	1.189	2.205
	33	Reparatie en installatie van machines en apparaten	19	1.130	1.316
	25	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines	32	408	721
	30	Vervaardiging van overige transportmiddelen	38	309	680
	28	Vervaardiging van overige machines en apparaten	24	201	435
	26	Vervaardiging van computers en van elektronische en opt	21	226	431
	32	Vervaardiging van overige goederen	24	114	348

In Bijlage I tenslotte, zijn de totale intensiteiten omgezet naar een primaire intensiteit. De top-3 blijft hierbij hetzelfde, alleen in een andere volgorde.

Referenties

CBS (2012): *SBI - Standaard Bedrijfsindeling* (2012): http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/classificaties/overzicht/sbi/default.htm.

CBS (2014a): *Aardgas- en elektriciteitsleveringen; levering openbaar net, bouw en dienstensector*: http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=82117ned&D1=a&D2=a&D3=2&HDR=T&STB=G1,G2&VW=T.

CBS (2014b): *Bedrijven; bedrijfstak/branche (SBI2008), grootte, rechtvorm*: http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=81589NED&D1=0&D2=a&D3=5&HDR=G2,T&STB=G1&VW=T.

CBS (2014c): *SBI 2008 - Standaard Bedrijfsindeling 2008* (2014c): http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/classificaties/overzicht/sbi/sbi-2008/default.htm.

CBS (2015): *Levering aardgas, elektriciteit via openbaar net; bedrijven, SBI2008, regio*.

ECN & PBL (2014): *Nationale Energieverkenning 2014*. https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=ECN-O--14-036.

Hoevenagel, R. (2012): *Energiebesparingsmonitor gebouwde omgeving: Ubouwpanel. Resultaten van de tiende meting.* Unpublished.

KWA (2013): *Graaddagen en koeldagen.* http://www.kwa.nl/content/graaddagen-en-koeldagen.

Olthof, H. (2012): *Onderzoek oppervlaktegegevens utiliteitsbouw (Geon)*.

Pouwelse, H. (2014): *Uitsplitsing verbruik elektriciteit en aardgas naar verbruikschijf energiebelasting 2011 (CBS)*. http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/cijfers/incidenteel/maatwerk/2014-verbruik-elektriciteit-en-aardgas-naar-verbruikschijf-energiebelasting-mw.htm.

Rietdijk, M. (2009): *Catalogus basisregistratie adressen en gebouwen.* https://www.kadaster.nl/bag/docs/catalogus_grondslagenBAG.pdf.

RVO (2015): *Eisen aan bijna energieneutraal bouwen (BENG) gepubliceerd*.

RVO & Arcadis (2013): *Investeringskosten energiebesparende maatregelen bestaande utiliteitsbouw 2012.* http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/duurzame-gebouwen/gebouwfasen/beheer-en-onderhoud/gebouwgebonden-energie/investeringskosten.

Sipma, J.M. (2014): *Verbetering referentiebeeld utiliteitssector: voorraadgegevens, energieverbruik, besparingspotentieel, investeringskosten, arbeidsinzet*. ECN-E--13-069. https://www.ecn.nl/publicaties/ECN-E--13-069.

Wevers, R., M. Reitdijk, Y. Ellenkamp (2009): *Objectenhandboek basisregistratie adressen en gebouwen.* http://www.kadaster.nl/BAG/docs/objectenhandboek.pdf.

Wikipedia (2012): *Vloeroppervlak.* http://nl.wikipedia.org/wiki/Vloeroppervlak.

Bijlage A.

Toelichting BAG

De BAG
Volgens het Ministerie van I&M:

Door al bekende gegevens binnen de overheid met elkaar te delen, kan de overheid efficiënter opereren en de dienstverlening verbeteren. Om de gegevens te kunnen delen, zet de Nederlandse overheid een Stelsel van Basisregistraties op. Er zijn 13 basisregistraties, die samen het Stelsel van Basisregistraties vormen. Deze wisselen onderling gegevens uit.

De BAG staat voor Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG). De BAG is een registratie waarin gemeentelijke basisgegevens over alle gebouwen en adressen in Nederland zijn verzameld. De BAG biedt een overzicht van alle gebouwen in Nederland en een adressenbestand van hoge kwaliteit van heel Nederland.

Gebruiksfuncties, verblijfsobjecten en panden
De BAG geeft voorraadgegevens van zogenaamde verblijfsobjecten naar gebruiksdoel (ook aangeduid als of gebruiks*functie*).

'Het gebruiksdoel zal initieel worden afgeleid uit de bouwkundige gebruiksfunctie conform de categorisering van het Bouwbesluit 2003 zoals deze in de bouwvergunning als zodanig is aangemerkt. Op een later moment kunnen ook door de gemeente geformaliseerde gebruikswijzigingen als basis dienen voor opname van een aanvullend gebruiksdoel. Het gebruiksdoel dient niet te worden verward met de planologische bestemming en het feitelijk gebruik.' (Rietdijk, 2009)

Als gebruiksfuncties zijn gedefinieerd:

1. Woonfunctie
2. Bijeenkomstfunctie
3. Celfunctie
4. Gezondheidszorgfunctie
5. Industriefunctie
6. Kantoorfunctie
7. Logiesfunctie
8. Onderwijsfunctie
9. Sportfunctie
10. Winkelfunctie
11. Overige gebruiksfuncties.

Een verblijfsobject kan één of meerdere gebruiksfuncties hebben en wordt als volgt gedefinieerd:

'Een verblijfsobject is de kleinste binnen één of meer panden gelegen en voor woon-, bedrijfsmatige, of recreatieve doeleinden geschikte eenheid van gebruik die ontsloten

wordt via een eigen afsluitbare toegang vanaf de openbare weg, een erf of een gedeelde verkeersruimte, onderwerp kan zijn van goederenrechtelijke rechtshandelingen en in functioneel opzicht zelfstandig is. Een verblijfsobject heeft altijd minimaal één adres en bij voorkeur precies één adres.'

Verblijfsobjecten bevinden zich doorgaans binnen een pand, gebouwd in een bepaald jaar met een bepaalde energetische kwaliteit:

'Een pand is de kleinste bij de totstandkoming functioneel en bouwkundig-constructief zelfstandige eenheid die direct en duurzaam met de aarde is verbonden en betreedbaar en afsluitbaar is.'

Meerdere gebruiksfunctie per verblijfsobject
De BAG gebruiksfuncties komen qua omschrijving overeen met de gebruiksfuncties van het bouwbesluit. Dit betekent dat de gebruiksfunctie 'kantoor' direct bruikbaar is om het totaal oppervlak aan kantoren vast te stellen. Er gaat hier echter altijd een definitiekwestie achter schuil. Want wat is een kantoor eigenlijk? De BAG schaart relatief veel onder de gebruiksfunctie 'kantoor', bijvoorbeeld ook een politiebureau en een postkantoor.

De gebruiksfunctie 'gezondheidszorg' is echter niet specifiek genoeg om b.v. ziekenhuizen en verpleeghuizen hier uit te halen. Door koppelingen met andere bestanden (databases) zijn in dit onderzoek de 11 gebruiksfuncties verder onderverdeeld naar door ons gedefinieerde 'gebouwtypen'. Zodoende kunnen wij 'gezondheidszorg' verder opdelen naar bijv. 'ziekenhuizen', 'opvang met overnachting' en 'paramedische (groeps)-praktijken'.

Belangrijk om te beseffen is dat een verblijfsobject ook kan zijn gelabeld met *meerdere* gebruiksfuncties. Deze gebruiksfuncties krijgen ieder exact dezelfde waarde voor het oppervlak; dit is dus het oppervlak van het verblijfsobject zelf. Het is dus niet zo dat het oppervlak nog eens een keer wordt onderverdeeld naar gebruiksfuncties. Ter vergelijk: dit gebeurt wel bij de rekenmethodieken EPA, EPC en EPG bij het invoeren van oppervlakten binnen een gebouw, met een eigen 'gebruiksfunctie'. Als voorbeeld: een ziekenhuis kan een klein (zelfstandig) winkeltje herbergen. Dit verblijfsobject krijgt dan in de BAG de gebruiksfuncties 'gezondheidszorg' en 'winkel'; beiden met het gehele oppervlak van het verblijfsobject zelf. Uiteraard zien wij dit verblijfsobject eenvoudigweg als een ziekenhuis. In de meeste situaties is dit de juiste benadering voor dit onderzoek.

Het geven van de meest geschikte gebruiksfunctie wordt wat lastiger bij b.v. aanleunwoningen van een verzorgingstehuis. De ambtenaar staat nu voor de keus hier de gebruiksfunctie gezondheidszorg en/of woon aan toe te voegen. Met deze reden komen we binnen hoofdafdeling 'Gezondheidszorg' verblijfsobjecten tegen, met enkel de gebruiksfunctie 'woon', enkel de gebruiksfunctie 'gezondheidszorg' en met beide gebruiksfuncties. Het is nu niet duidelijk of het gaat om een aanleunwoning of om het verzorgingstehuis zelf. Dit is dus mensenwerk maar is ook weer een definitiekwestie. Immers, wanneer een gebouw bestaat uit het verzorgingstehuis zelf, maar ook zelfstandige eenheden omvat voor ouderen die weinig hulp behoeven, dan hebben we eigenlijk te maken met een verzorgingstehuis waarin zich huishoudens van ouderen bevinden.

Het vullen van de BAG en het toekennen van een gebruiksdoel is dus mensenwerk en zodoende hebben we te maken met menselijke fouten en verschil van inzichten.

Oppervlaktegegevens in de BAG

IJzeren wetten van de gebouwenregistratie

Binnen de (operationele) gebouwenregistratie geldt dus een aantal "ijzeren wetten", waarvan niet afgeweken mag worden:

- Een verblijfsobject kan niet bestaan zonder bijbehorend pand (of panden).
- Een verblijfsobject, standplaats of ligplaats kan niet bestaan zonder adres.
- Een adres kan niet bestaan zonder verblijfsobject, standplaats of ligplaats; andere objecten hebben geen adres.

De BAG levert oppervlaktegegevens op per ingevoerd verblijfsobject; niet per ingevoerd pand. Het is nu voor ons onderzoek interessant te weten in hoeverre een verblijfsobject een 1-op-1 relatie heeft met een pand. De als verblijfsobject aangemerkte eenheden worden altijd binnen één of meerdere panden gepositioneerd, waarbinnen zij geheel of gedeeltelijk zijn gelegen. Hiermee ontstaan situaties waarbij er verschillende soorten relaties tussen panden en verblijfsobjecten kunnen ontstaan. De volgende situaties zijn in principe mogelijk (Rietdijk, 2009; Wevers et al, 2009):

Pand	Verblijfs-object	Omschrijving
1	0	Een pand zonder verblijfsobjecten. De situatie waarin een bijgebouw alleen als zodanig van belang is, zonder dat het een zelfstandige gebruikseenheid is; het gebouw is dienstbaar aan een hoofdgebouw. Een pand zonder verblijfsobjecten is in principe een bijgebouw. Een pand zonder verblijfsobjecten heeft geen adres.
1	1	Een pand met één verblijfsobject. Veel voorkomende situatie bij bijvoorbeeld vrijstaande woningen en eengezinswoningen.
1	M	Een pand met een aantal verblijfsobjecten. Veel voorkomende situatie bij bijvoorbeeld flatgebouwen met portiekwoningen of galerijwoningen.
N	1	Een verblijfsobject dat zich uitstrekt over meerdere panden. Soms voorkomende situatie bij doorbraken van winkels tussen enkele panden.
N	M	Een aantal verblijfsobjecten die zich uitstrekken over meerdere panden. Weinig voorkomende situaties dat er op meerdere plaatsen doorbraken ten behoeve van verschillende verblijfsobjecten tussen meerdere panden hebben plaatsgevonden.

Wanneer we dit vertalen naar ons onderzoek, kunnen we het volgende concluderend samenvatten:

1. 1-op-1 relatie: het oppervlak van een verblijfsobject komt in veel situaties overeen met het oppervlak van het pand (gebouw), zolang het pand ooit individueel is gebouwd (het heeft een bouwjaar), zolang het pand afsluitbaar is en zolang het pand niet is doorbroken om samengevoegd te worden met andere originele panden.
   - Een kantoorpand met één bedrijf wordt gezien als één pand en één verblijfsobject

- Een bedrijfsverzamelgebouw is bestemd voor de huisvesting van meerdere bedrijven (meestal kantoren). Het bedrijfsverzamelgebouw beschikt over een gemeenschappelijke toegangsvoorziening (een centrale receptie). Er is daarom sprake van één pand en één verblijfsobject. Hier is dus ook de 1-op-1 situatie aanwezig. Er kunnen zich echter wel meerder gas- en elektriciteitsmeters in het gebouw bevinden.
- Een kantoorflatgebouw is een flatgebouw met kantoorruimte. Er kan één bedrijf in gehuisvest zijn of meerdere bedrijven. Het gebouw is één pand als het een zelfstandige bouwkundige constructie is. Als er maar *één bedrijf* in gevestigd is, word dit ook als één verblijfsobject gezien.

2. N-op-1 relatie: wanneer panden zijn doorbroken, zal tegenover 1 verblijfsobject meerdere originele panden staan, met ieder haar eigen bouwjaar en eigen pandidentificatienummer. Het is dan de vraag welk bouwjaar het verblijfsobject heeft gekregen. De gebruiksfunctie voor dit verblijfsobject en deze serie panden zal waarschijnlijk wel hetzelfde zijn; dit is immers de reden dat ze zijn samengevoegd, bijv. tot een grote supermarkt. Het zal dan waarschijnlijk ook dezelfde verwarmingsketel zijn welke het gehele verblijfsobject op temperatuur houdt.

3. N-op-M relatie: deze situatie ligt in het verlengde van voorgaande, waarbij er ruimtes (verblijfsobjecten) zijn ontstaan die een andere functie ten opzichte van elkaar bekleden. Dit lijkt weinig voor te komen en is met die reden verwaarloosbaar.

4. 1-op-M situatie: dit zijn situaties waarbij we even goed moeten nadenken over de consequenties. Wanneer een gebouw het ‘karakter heeft van een flatgebouw’, doet zich deze situatie voor. Relevante voorbeelden zijn:
   - Als een kantoorflatgebouw *meerdere bedrijven* huisvest, bevinden zich op de respectievelijke verdiepingen de toegangen tot de afzonderlijke bedrijven (anders is er sprake van een bedrijfsverzamelgebouw). Er is dan een gezamenlijke toegangshal, maar geen centrale receptie. Elke verdieping wordt in principe als verblijfsobject afgebakend, terwijl dit als één pand wordt gezien. Consequentie is dat er nu meerdere verblijfsobjecten in de BAG zijn ingevoerd welke gezamenlijk één pand vormen. Ieder bedrijf kan zijn eigen gas- en elektriciteitsmeter hebben, maar er kan ook een gezamenlijk meter zijn.
   - Een bedrijf aan huis (bijv. een kantoor, winkel of medische praktijk) is een verblijfsobject als dit een eigen afsluitbare toegang heeft (vanaf de openbare weg, een erf of een gedeelde verkeersruimte). Dit zal zich echter in hetzelfde pand als het aangrenzende woonhuis bevinden. Dit is een 1-op-2 situatie, waarbij er sprake is van een woon-, en een utiliteitsfunctie. Hetzelfde geldt voor een bedrijf op de begane grond van een flatgebouw. Dit is geen te verwaarlozen deelverzameling. Wanneer we de CBS statistiek ‘Bedrijven, naar grootte’ inkijken (CBS, 2014b) blijkt dat maar liefst 61,7% van het ‘aantal bedrijven gehuisvest in kantoren’ bestaat uit 1 werkzaam persoon. Velen hiervan zullen een kantoor aan huis hebben.
   - Ook een winkel in een overdekt winkelcentrum wordt als een individueel verblijfsobject gezien binnen dat winkelcentrum, terwijl het winkelcentrum zelf één pand (gebouw) vormt.
   - Een bedrijfshallencomplex is een complex waarin een aantal bedrijfshallen is gelegen en dat als geheel in eenmaal is gebouwd. Een bedrijfshallencomplex bestaat uit een constructie met stalen raamwerken. Een bedrijfshallencomplex is

één pand. Het afbakenen van een bedrijfshallencomplex als één pand wijkt af van de gehanteerde logica. Als er één raamwerk wordt verwijderd, blijven de overige raamwerken staan. Dit zou leiden tot het afbakenen van één pand per raamwerk. In de praktijk blijkt dit niet goed uitvoerbaar te zijn. Om deze reden is er in de BAG voor gekozen een bedrijfshallencomplex als één pand af te bakenen. De scheidingen tussen de bedrijfshallen binnen het complex zijn meer of minder duurzaam, maar zijn in principe zonder bouwkundige consequenties te verwijderen, omdat de constructie veelal bestaat uit een stalen raamwerk. Elke afgescheiden hal met een eigen toegang vormt dan ook een verblijfsobject dat begrensd wordt door de afscheidingen binnen het gebouw. Een bedrijfshal bestaat dus meestal uit meerdere verblijfsobjecten.

Oppervlaktemaat in de BAG

In de BAG wordt gewerkt met de oppervlaktemaat 'gebruiksoppervlak', uitgedrukt in m^2 GO. Er zijn vele oppervlaktematen in gebruik, overzichtelijk weergegeven door (Wikipedia, 2012). Een andere veel gebruikte maat is het Bruto Vloer Oppervlak (m^2 BVO). Tussen GO en BVO ligt per gebouwtypen een andere verhouding (RVO & Arcadis, 2013). Volgens (Olthof, 2012) wordt dan niet het oppervlak meegenomen van de gezamenlijk ruimtes, zoals gangen en toiletten. Deze informatie blijkt ook uit (Rietdijk, 2009), waarin voor de BAG wordt gesteld:

'De bepaling van de oppervlakte binnen een verblijfsobject geschiedt conform hetgeen in NEN 2580 is vastgelegd omtrent gebruiksoppervlakte. Tot de oppervlakte van een verblijfsobject wordt uitsluitend gerekend de binnenruimte, zoals gedefinieerd in NEN 2580, van een dergelijk object. De gemeenschappelijke ruimten en algemene ruimten, zoals eveneens genoemd in NEN 2580, maken geen onderdeel uit van de oppervlakte van een verblijfsobject. Er dienen dus geen percentages van de oppervlakte van dergelijke gedeelde ruimten aan de oppervlakte van het verblijfsobject te worden toegerekend.'

Bijlage B.

Onderscheiden gebouwtypen

Tabel 18: Onderscheiden gebouwtypen

	#	Branche en/of rubriek	Gebouwtype	SBI hoofdafdeling
Dienstensector	01	kantoor	kantoor	G, J, K, L, M, N, O, P, Q, U
	02	zorgsector	ziekenhuis	G
	03	zorgsector	tehuis met overnachting	G
	04	zorgsector	opvang zonder overnachting	G
	05	zorgsector	medische (groeps)praktijk	G
	06	onderwijs	basisschool	P
	07	onderwijs	voortgezet onderwijs	P
	08	onderwijs	MBO/HBO/ universiteit	P
	09	detailhandel	supermarkt	G
	10	detailhandel	winkel zonder koeling	G, J, M, N, S
	11	horeca	café/restaurant	I
	12	horeca	hotel	I
	13	horeca	vakantiepark	I
	14	horeca	sauna	S
	15	cultuur	museum	R
	16	cultuur	theater	R
	17	sport	sportaccommodatie binnen	R, P
	18	sport	sportaccommodatie buiten	R
	19	sport	zwembad	R
	20	bedrijfshal	datacenter	J
	21	bedrijfshal	garage/showroom	G, N
	22	bedrijfshal	autoschadeherstelbedrijf	G
	23	bedrijfshal	groothandel met koeling	G, H
	24	bedrijfshal	groothandel zonder koeling	G, H, N
Industrie	25	bedrijfshallen SBI 10-11	Voedingsmiddelenindustrie	C
	26	bedrijfshallen SBI 22	Rubber- en kunststofindustrie	C
	27	bedrijfshallen SBI 24-30, 32, 33	Metalelektro en mkb metaal	C

Ter aanvulling:

- Kantoren komen in iedere SBI hoofdafdeling voor, de tabel toont welke kantoren zijn meegenomen in dit onderzoek.
- Winkels bevinden zich ook in diverse SBI hoofdafdelingen; de meesten staan bij de Handel (hoofdafdeling G), maar ook winkels uit andere hoofdafdelingen zijn meegenomen
- Een aantal gebouwen bevinden zich wat onverwachts in hoofdafdeling N; verhuur van onroerend goed. Hier zijn bijv. ook autogarages en groothandels gevonden; alhoewel deze voorraad een stuk kleiner is in vergelijking tot die binnen hoofdafdeling G, waar je deze gebouwtypen zou verwachten

- Zwembaden bevinden zich ook binnen het onderwijs, hoofdafdeling P, deze zijn nu juist niet meegenomen.

Overlappend met voorgaande kan nog worden aangevuld:

- ‘Sportaccommodatie binnen’ is een erg ruim begrip en omvat o.a. sporthallen, fitnesscentra, gymlokalen binnen het onderwijs maar ook de grotere stadions.
- ‘Sportaccommodatie buiten’ betreft voornamelijk de gebouwen die binnen SBI onder de ‘buitensporten’ (SBI 93.12) en ‘overige sportactiviteiten’ (SBI 93.19) vallen en die door de BAG zijn voorzien van gebruiksfunctie ‘sport’; dit zijn met name kleedkamers.

Bijlage C.

Inschatting percentage gas dat naar ruimteverwarming gaat (Sipma, 2014)

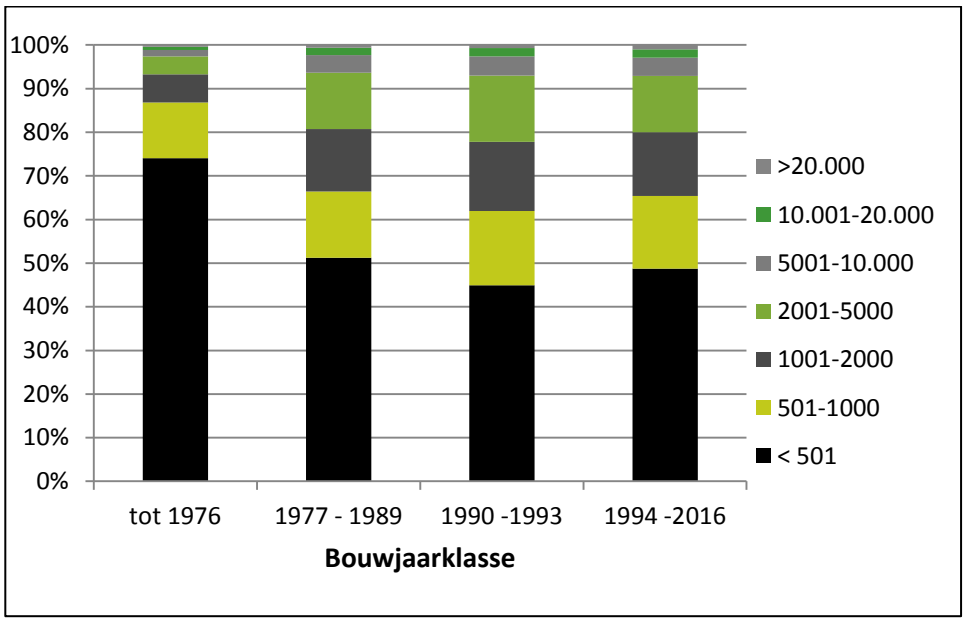
Tabel 19: Inschatting percentage gas dat naar ruimteverwarming gaat (Sipma, 2014)

Gebouwtype	Bron	% naar ruimte-verwarming
Kantoor	Meijer	100%
Sporthallen	Meijer	91%
Sport Ubouwproject	ECN	79%
Buitensport (kleedruimtes en kantines)	Meijer	79%
Zwembaden	Meijer	80%
Sauna	ECN	80%
Ziekenhuizen	Meijer	80%
Verpleging	Meijer	93%
Primair onderwijs	Meijer	100%
Voortgezet onderwijs	Meijer	100%
MBO, HBO en universiteit	Meijer	99%
Supermarkten	Meijer	100%
Winkels zonder koeling	Meijer	100%
Horeca	Meijer	84%
Laboratorium	ECN	61%
Penitentiaire inrichting	ECN	93%
Bijeenkomst	ECN	100%
Hotels en Logies overig	ECN	84%
Groothandel	ECN	100%
Bedrijfshal dienstensector	ECN	100%
Autobedrijven	Meijer	100%
Metaalbedrijven met ovens	Stimular	31%
Gewogen gemiddeld voor Meijer-gebouwtypen, rekening houdende met voorraden in m^2 BVO	Rekenkundig	96%

Bijlage D.

Relatief aandeel kantoren (aantal) naar grootteklasse (m² GO) binnen een bouwjaarklasse

Figuur 15: Relatief aandeel kantoren (aantal) naar grootteklasse (m^2 GO) binnen een bouwjaarklasse



Bijlage E.

Factor 2013 voor koeldagencorrectie

Tabel 20: Factor 2013 koeldagencorrectie

Provincie en De Bilt	ECN Provincie Koeldagen 2013_gem	ECN NL Koeldagen 2013_10jaar	ECN Provincie Koeldagen 2013_factor
Groningen	69	91	1,32
Friesland	60	91	1,53
Drenthe	73	91	1,25
Overijssel	96	91	0,95
Flevoland	77	91	1,19
Gelderland	108	91	0,85
Utrecht	101	91	0,90
De Bilt	102	91	0,90
Noord-Brabant	127	91	0,72
Limburg	141	91	0,65
Noord-Holland	70	91	1,31
Zuid-Holland	80	91	1,15
Zeeland	95	91	0,96

Bijlage F.

Ongewogen gas- en elektriciteit-intensiteiten dienstensector, gesorteerd

Tabel 21: Ongewogen gas- en elektriciteit-intensiteiten Dienstensector, gesorteerd

#	Gebouwtype	Gas-intensiteit m3/m2
1	zwembad	51
2	sauna	34
3	café/restaurant	34
4	hotel	25
5	ziekenhuis	23
6	opvang zonder overnachting	20
7	supermarkt	20
8	tehuis met overnachting	19
9	vakantiepark	19
10	medische (groeps)praktijk	18
11	kantoor	17
12	museum	17
13	sportaccommodatie buiten	16
14	winkel zonder koeling	16
15	sportaccommodatie binnen	16
16	autoschadeherstelbedrijf	15
17	garage/showroom	15
18	theater	15
19	basisschool	15
20	MBO/HBO/ universiteit	15
21	voortgezet onderwijs	13
22	groothandel met koeling	13
23	datacenter	10
24	groothandel zonder koeling	10

#	Gebouwtype	Elek-intensiteit kWh/m2
1	datacenter	2003
2	supermarkt	254
3	café/restaurant	214
4	sauna	143
5	zwembad	136
6	groothandel met koeling	131
7	theater	115
8	winkel zonder koeling	100
9	sportaccommodatie buiten	84
10	hotel	84
11	sportaccommodatie binnen	63
12	kantoor	60
13	opvang zonder overnachting	59
14	medische (groeps)praktijk	56
15	tehuis met overnachting	55
16	autoschadeherstelbedrijf	54
17	museum	53
18	MBO/HBO/ universiteit	50
19	garage/showroom	50
20	ziekenhuis	49
21	groothandel zonder koeling	42
22	vakantiepark	39
23	voortgezet onderwijs	37
24	basisschool	28

Bijlage G.

Ongewogen totaal- en primair-intensiteiten dienstensector, gesorteerd

Tabel 22: Ongewogen totaal-, en primair-intensiteiten dienstensector

#	Gebouwtype	Totaal kWh/m2
1	datacenter	2104
2	zwembad	635
3	café/restaurant	549
4	sauna	478
5	supermarkt	453
6	hotel	330
7	ziekenhuis	278
8	theater	261
9	opvang zonder overnachting	258
10	groothandel met koeling	254
11	winkel zonder koeling	252
12	tehuis met overnachting	243
13	sportaccommodatie buiten	240
14	medische (groeps)praktijk	229
15	kantoor	223
16	vakantiepark	223
17	sportaccommodatie binnen	216
18	museum	216
19	autoschadeherstelbedrijf	204
20	garage/showroom	197
21	MBO/HBO/ universiteit	193
22	basisschool	172
23	voortgezet onderwijs	166
24	groothandel zonder koeling	140

#	Gebouwtype	Primair kWh/m2
1	datacenter	5665
2	café/restaurant	930
3	supermarkt	905
4	zwembad	877
5	sauna	732
6	groothandel met koeling	487
7	hotel	479
8	theater	465
9	winkel zonder koeling	429
10	sportaccommodatie buiten	389
11	ziekenhuis	366
12	opvang zonder overnachting	362
13	tehuis met overnachting	341
14	kantoor	330
15	medische (groeps)praktijk	329
16	sportaccommodatie binnen	329
17	museum	310
18	autoschadeherstelbedrijf	300
19	vakantiepark	292
20	garage/showroom	287
21	MBO/HBO/ universiteit	283
22	voortgezet onderwijs	231
23	basisschool	222
24	groothandel zonder koeling	214

Bijlage H.

Gewogen intensiteiten als % van ongewogen intensiteiten, dienstensector

Tabel 23: Gewogen intensiteiten als % van ongewogen intensiteiten

#	Branche en/of rubriek	Gebouwtype	Gewogen gas-intensiteit als % van ongewogen	Gewogen elek-intensiteit als % van ongewogen
01	kantoor	kantoor	75%	130%
02	zorgsector	ziekenhuis	117%	154%
03	zorgsector	tehuis met overnachting	94%	115%
04	zorgsector	opvang zonder overnachting	89%	108%
05	zorgsector	medische (groeps)praktijk	97%	101%
06	onderwijs	basisschool	81%	87%
07	onderwijs	voortgezet onderwijs	76%	91%
08	onderwijs	MBO/HBO/ universiteit	75%	106%
09	detailhandel	supermarkt	64%	81%
10	detailhandel	winkel zonder koeling	66%	76%
11	horeca	café/restaurant	85%	80%
12	horeca	hotel	88%	116%
13	horeca	vakantiepark	43%	29%
14	horeca	sauna	169%	127%
15	cultuur	museum	78%	128%
16	cultuur	theater	87%	87%
17	sport	sportaccommodatie binnen	78%	94%
18	sport	sportaccommodatie buiten	64%	55%
19	sport	zwembad	77%	71%
20	bedrijfshal	datacenter	64%	87%
21	bedrijfshal	garage/showroom	70%	91%
22	bedrijfshal	autoschadeherstelbedrijf	84%	95%
23	bedrijfshal	groothandel met koeling	68%	123%
24	bedrijfshal	groothandel zonder koeling	71%	108%

Bijlage I.

Ongewogen primaire-intensiteiten industriële branches, gesorteerd

Tabel 24: Ongewogen primaire intensiteiten voor de 12 in dit onderzoek geanalyseerde industriële branches.

	SBI	Omschrijving SBI-groep	Primair kWhpr/m2
Industrie	22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof	18.377
	10	Vervaardiging van voedingsmiddelen	18.027
	11	Vervaardiging van dranken	14.083
	30	Vervaardiging van overige transportmiddelen	8.653
	29	Vervaardiging van auto's, aanhangwagens en opleggers	4.704
	33	Reparatie en installatie van machines en apparaten	4.319
	32	Vervaardiging van overige goederen	3.325
	24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm	1.446
	28	Vervaardiging van overige machines en apparaten	1.230
	27	Vervaardiging van elektrische apparatuur	833
	25	Vervaardiging van producten van metaal (geen machines en apparaten)	793
	26	Vervaardiging van computers en van elektronische en optische apparatuur	551

ECN
Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Postbus 1
1755 LG Petten

T 088 515 4949
F 088 515 8338
info@ecn.nl
www.ecn.nl

