

## 29. ATMOSFERISCHE EMISSIES TENGEVOLGE VAN HET ENERGIEVERBRUIK IN DE HUISVESTINGSSECTOR

### 1. Inleiding

Het berekeningsprincipe volgens de CORINAIR-methode voor de atmosferische emissies tengevolge van het energieverbruik in de huisvestingssector steunt op de hypothese dat de emissies van een specifieke activiteit op een welbepaald moment en een gegeven ruimtelijke eenheid overeenstemmen met de intensiteit van deze activiteit.

In de praktijk zijn de emissies van een pollutant het resultaat van een vermenigvuldiging van de activiteitsgraad (AG) met een emissiefactor kenmerkend voor de betrokken pollutant (EF) :

*Formule 1*

$$\text{Emissie (polluent Y, activiteit X)} = \text{TA(activiteit X)} * \text{FE(polluent Y, activiteit X)}$$

De parameter "activiteitsgraad" is bijgevolg een kenmerkende coëfficiënt voor de activiteit. Hij varieert naargelang het type activiteit : voor de emissies van een verbrandingsoven bestaat hij uit de hoeveelheid verbrand afval, voor de emissies van het verkeer bestaat hij uit het aantal afgelegde kilometers, ... Hij staat voor de "productiemaat" van de activiteit en verschilt dus afhankelijk van het betrokken jaar.

De "emissiefactor" is dan weer kenmerkend voor de uitgestoten substantie en voor de technologie die gebruikt wordt voor de beschreven activiteit. Ook de emissiefactor kan van jaar tot jaar verschillen.

### 2. Bepaling van de activiteitsgraad

De activiteitsgraad die gebruikt wordt voor een raming van de jaarlijkse atmosferische emissies van de huisvestingssector in het Brussels Gewest is het eindverbruik per toegepaste brandstof. De jaarcijfers van dit verbruik komen uit de jaarlijkse energiebalans van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

*Tabel 29.1 : Evolutie van het energieverbruik in woningen sedert 1990 (in GJ) :*

GJ	Steenkool	Lichte stookolie	Butaan / propaan	Aardgas	Totaal
1990	1 059 058	8 007 818	313 950	17 903 522	27 284 348
1991	1 213 940	9 481 290	326 508	21 030 464	32 052 202
1992	1 071 616	9 933 378	426 972	20 172 334	31 604 300
1993	992 082	9 347 338	355 810	20 896 512	31 591 742
1994	761 852	9 560 824	297 206	19 766 292	30 386 174
1995	711 620	10 125 934	318 136	20 829 536	31 985 226
1996	686 504	11 503 128	334 880	23 956 478	36 480 990
1997	577 668	10 640 812	284 648	20 532 330	32 035 458
1998	422 786	10 720 346	226 044	21 256 508	32 625 684
1999	372 554	10 389 652	200 928	20 942 558	31 905 692

De inventarissen werden opgesteld van 1990 tot 1999 ; de gegevens van de energiebalans van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor 2000 worden momenteel verwerkt, de energiebalans voor 2001 is nog niet beschikbaar.

### 3. Bepaling van de emissiefactoren

De emissiefactoren voor iedere pollutant en iedere brandstof worden gegeven door een studie uitgevoerd voor rekening van het BIM. De bijzondere kenmerken van de Brusselse energiebevoorrading worden hierin gecombineerd met de referentiewaarden afkomstig van ofwel de referentiegids CORINAir, ofwel meer specifieke studies zoals uitgevoerd door PARCOM, TNO, EPA, ...

Men gaat ervan uit dat tussen 1990 en 1999 de emissiefactoren voor de huisvestingssector constant gebleven zijn, daar de kwaliteit van de brandstoffen niet veranderde tijdens deze periode :

Tabel 29.2 : Huisvestingssector - emissiefactoren per type brandstof (1990 - 1999)

Polluenten	Eenheid	Kolen	Hout	Butaan/propaan	Huisbrandolie	Aardgas
SO2	g/GJ	432			95	
NOx	g/GJ	50	80	50	50	50
NM VOC	g/GJ	200	500	5,00	3,00	5,00
CH4	g/GJ	200	300	5,00	7,00	5,00
CO	g/GJ	2 000	7 000	48	20	48
CO2	g/GJ	94 000	100 000	66 000	74 000	56 000
N2O	g/GJ	12,00	4,00	2,00	12,00	2,00
As	mg/GJ	48,70			1,19	
Cd	mg/GJ	6,10	1,50		1,19	
Cr	mg/GJ	36,50			0,48	
Cu	mg/GJ	48,70	1,50		1,19	
Hg	mg/GJ	12,10	7,34	0,15		0,15
Ni	mg/GJ	44			1,19	
Pb	mg/GJ	102	0,50		1,19	
Se	mg/GJ	6,10			0,02	
Zn	mg/GJ	40,60	294		0,24	
Dioxines	NgTEQ/GJ	2 150	15 000		50	
PAK	mg/GJ	15,00	375	5,00	35	5,00
stofdeeltjes PM10	g/GJ	177	200		50	

#### 4. Totale atmosferische emissies in 1998

De belangrijkste emissies tengevolge van het energieverbruik in de huisvestingssector bestaan uit CO<sub>2</sub>, gevolgd door CO, NO<sub>x</sub> en SO<sub>2</sub>. De emissies van zware metalen variëren van 3.6kg voor selenium tot 69.1 kg voor lood.

Tabel 29.3 : Atmosferische emissies van de huisvestingssector in 1998

Polluenten	Eenheid	Kolen	Hout	Butaan/propaan	Huisbrandolie	Aardgas	TOTAAL
SO2	ton	175,9	0,0	0,0	1018,4	0,0	1194,3
NOX	ton	20,4	1,3	11,3	536,0	1062,8	1631,8
NM VOC	ton	81,4	7,8	1,1	32,2	106,3	228,8
CH4	ton	81,4	4,7	1,1	75,0	106,3	268,6
CO	ton	814,3	109,4	10,9	214,4	1020,3	2169,3
CO2	ton	38273	1563	14919	793306	1190364	2038425
N2O	ton	4,9	0,1	0,5	128,6	42,5	176,6
As	kg	19,8	0,0	0,0	12,8	0,0	32,6
Cd	kg	2,5	0,0	0,0	12,8	0,0	15,3
Cr	kg	14,9	0,0	0,0	5,1	0,0	20,0
Cu	kg	19,8	0,0	0,0	12,8	0,0	32,6
Hg	kg	4,9	0,1	0,0	0,0	3,2	8,3
Ni	kg	18,0	0,0	0,0	12,8	0,0	30,8
Pb	kg	41,3	0,0	0,0	12,8	0,0	54,1
Se	kg	2,5	0,0	0,0	0,2	0,0	2,7
Zn	kg	16,5	4,6	0,0	2,6	0,0	23,7
Dioxines	mg TEQ	875,4	234,4	0,0	536,0	0,0	1645,8
PAK	kg	6,1	5,9	1,1	375,2	106,3	494,6
stofdeeltjes PM10	ton	72,1	3,1	0,0	536,0	0,0	611,2

Opvallend is de belangrijke rol die kolen spelen bij de emissie van zware metalen, dioxines en zwaveldioxide.

## 5. Opdeling in ruimte en tijd van het totale energieverbruik

### 5.1. Een opdeling van het energieverbruik in de ruimte

De bedoeling van deze opdeling in de ruimte is het evalueren van de atmosferische emissies voor geografische eenheden kleiner dan het Gewest (zoals de gemeenten en de statistische sectoren). Met andere woorden, het energieverbruik van de huisvestingssector wordt geëvalueerd voor ieder van deze kleinere geografische eenheden. De emissiefactoren staan immers los van de ruimtelijke dimensie.

Deze ruimtelijke opdeling houdt rekening met de twee gebruiksdoeleinden van het jaarlijks energieverbruik binnen de huisvestingssector van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest :

- Het energieverbruik voor de verwarming van de woningen;
- Het energieverbruik voor andere doeleinden zoals de productie van sanitair warm water en kookapparatuur.

#### 5.1.1. Methodologie voor het energieverbruik voor verwarmingsdoeleinden

De ruimtelijke opdeling van het energieverbruik voor de verwarming van woningen is gebaseerd op de ruimtelijke spreiding van de woningen binnen het Brussels Gewest.

Aan de hand van de cijfers van de laatste tienjaarlijkse volkstelling van 1991 kunnen de woningen naargelang hun aard in statistische sectoren ingedeeld worden (woonhuis of appartement), de verwarmingswijze (al dan niet centrale verwarming) en de gebruikte brandstof (huisbrandolie, kolen/hout, aardgas, butaan/propana). Het woningenbestand van 1995 werd berekend aan de hand van de volkstelling van het NIS in maart 91 en bijgewerkt aan de hand van de jaarlijkse statistische huisvestingscijfers.

Zo wordt rekening gehouden met enerzijds het verschil in verbruik tussen woonhuizen en appartementen - woonhuizen hebben immers een grotere gemiddelde oppervlakte en hun buitenmuren hebben een slechtere isolatiecoëfficiënt (specifiek verbruik) - en anderzijds de samenstelling van de energiebrandstof, die bepalend is voor de hoeveelheid uitgestoten polluenten.

De cijfers over het specifiek verbruik per woning betreffen voornamelijk het verbruik van aardgas, dat op nauwkeurig wijze (door de aanwezigheid van een meter) gemeten wordt. Bij uitbreiding werd het specifiek verbruik van andere brandstoffen geschat aan de hand van een vergelijking van het rendement van de verschillende verwarmingstoestellen.

Voor iedere gehanteerde geografische eenheid (statistische sector of gemeente), berekent men per brandstof het energieverbruik voor verwarmingsdoeleinden door het specifiek verbruik van ieder woningtype te vermenigvuldigen met het aantal overeenkomstige woningen.

De ruimtelijke verdeelsleutel wordt aldus bekomen door het verbruikpercentage van een toegepaste geografische eenheid (statistische sector of gemeente) te bepalen ten opzichte van het totaal van het Brussels Gewest.

Het voorbeeld hieronder toont duidelijk hoe de ruimtelijke verdeelsleutel voor huisbrandolie op het niveau van een gemeente (Anderlecht) berekend wordt. Dezelfde berekening kan uitgevoerd worden op het niveau van een statistische sector.

#### 1.1.1.1. Gegevens

Tabel 29.4 : Verdeling van de woningtypes per energiedrager in Anderlecht :

Anderlecht	Totaal (elektriciteit inbegrepen)	Huisbrandolie
Aantal appartementen met centrale verwarming	18854	4457
Aantal appartementen met gedecentraliseerde verwarming	13244	430
Aantal huizen met centrale verwarming	5212	1161
Aantal huizen met gedecentraliseerde verwarming	3826	114
Totaal	41136	6162

Tabel 29.5 : Verdeling van de woningtypes per energiedrager in het Brussels Gewest :

Brussels Gewest	Totaal (elektriciteit inbegrepen)	Huisbrandolie
Aantal appartementen met centrale verwarming	246733	11516
Aantal appartementen met gedecentraliseerde verwarming	117600	4470
Aantal huizen met centrale verwarming	70697	21645
Aantal huizen met gedecentraliseerde verwarming	24579	894
Totaal	459609	38525

Tabel 29.6 : Genormaliseerd specifiek verbruik voor verwarming (in tep/woning) :

	Huisbrandolie
Appartementen Centrale verwarming	1,6
Gedecentraliseerde verwarming	1
Huizen Centrale verwarming	2
Gedecentraliseerde verwarming	1,2

### 1.1.1.2. Berekening

Tabel 29.7 : Ruimtelijke verdeelsleutel voor het gebruik van huisbrandolie voor de verwarming van het aandeel van Anderlecht in het Brussels Gewest.

Huisbrandolie
$(4\ 457*1,6 + 430*1 + 1\ 161*2 + 114*1,2) / (11\ 516*1,6 + 4\ 470*1 + 21\ 645*2 + 894*1,2) = 4,4\%$

Tabel 29.8 : Sleutel voor de ruimtelijke verdeling binnen Anderlecht van het verbruik van huisbrandolie tussen de verschillende woningtypes.

Appartementen		Huizen	
Centraal	Gedecentraliseerd	Centraal	Gedecentraliseerd
$(4\ 457*1,6) / (4\ 457*1,6 + 430*1 + 1\ 161*2 + 114*1,2) = 71,2\%$	4,3%	23,2%	1,4%

### .5.1.2. Methodologie voor het verbruik voor andere doeleinden dan voor verwarming

Voor het gebruik voor andere doeleinden dan verwarming (sanitair warm water, kookinstallaties, ...) bestaat geen enkel cijfer voor deze installaties per statistische sector of per gemeente. Bijgevolg wordt dit verbruik per statistische sector of per gemeente gewoon verdeeld op basis van het aantal aanwezige woningen.

- Aantal woningen in Anderlecht = 41 136
- Aantal woningen in het Brussels Gewest = 459 609
- Verdeelsleutel in Anderlecht :  $41\ 136 / 459\ 609 = 9\%$

Daar wij op dit vlak niet over de nodige informatie beschikken, gaan we ervan uit dat het verbruik voor andere dan verwarmingsdoeleinden hetzelfde is voor ieder type woning en dat de verdeling van de gebruikte soorten homogeen is in alle statistische sectoren (gelijk aan het gewestgemiddelde).

### .5.1.3. Resultaten

#### 1.1.1.3. Energieverbruik

Tabel 29.9 : Ruimtelijke verdeelsleutel van het Brussels Gewest voor het aandeel in het energieverbruik (per gebruiksdoel en brandstof) van iedere gemeente

	Niet bestemd voor verwarming Alle brandstoffen	Bestemd voor verwarming			
		Huis-brandolie	Kolen/hout	Aardgas	Butaan/propana
Anderlecht	9%	4,40%	12,20%	10,80%	10,20%
Oudergem	3%	3,50%	1,30%	3,40%	0,80%
Sint-Agatha-Berchem	2%	1,80%	1,20%	2,00%	0,70%
Brussel	15%	14,20%	19,20%	13,90%	22,70%
Etterbeek	4%	4,40%	3,20%	4,50%	3,70%
Evere	3%	3,30%	2,00%	3,20%	1,10%
Vorst	5%	4,90%	4,70%	4,20%	3,50%
Ganshoren	2%	2,70%	0,60%	2,20%	0,90%
Elsene	9%	11,30%	4,90%	8,10%	10,10%
Jette	4%	3,90%	2,40%	4,10%	2,00%
Koekelberg	2%	1,70%	2,30%	1,50%	1,40%
Sint-Jans-Molenbeek	7%	5,80%	13,80%	6,20%	9,70%
Sint-Gillis	4%	2,70%	7,20%	4,50%	8,00%
Sint-Joost-Ten-Noode	2%	1,50%	3,20%	2,00%	3,90%
Schaarbeek	10%	8,40%	15,30%	10,10%	13,80%
Ukkel	8%	10,70%	3,10%	7,30%	3,80%
Watermaal-Bosvoorde	3%	2,20%	1,20%	3,30%	0,60%
Sint-Lambrechts-Woluwe	5%	7,30%	1,30%	5,10%	1,70%
Sint-Pieters-Woluwe	4%	5,40%	1,00%	3,70%	1,50%
Brussels Gewest	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 29.10 : Verdeelsleutel van de gemeenten voor het verbruiksaandeel van huisbrandolie voor verwarming per type woning

	Appartementen		Huizen		Totaal Gemeente	% gemeente / BHG
	Centraal	Gedecentraliseerd	Centraal	Gedecentraliseerd		
Anderlecht	71.2%	4.3%	23.2%	1.4%	100%	4.4%
Oudergem	62.2%	0.9%	36.3%	0.5%	100%	3.5%
Sint-Agatha-Berchem	64.4%	0.9%	33.9%	0.8%	100%	1.8%
Brussel	83.3%	2.6%	13.6%	0.5%	100%	14.2%
Etterbeek	83.0%	1.5%	15.2%	0.3%	100%	4.4%
Evere	83.6%	1.1%	14.9%	0.4%	100%	3.3%
Vorst	82.9%	2.5%	14.3%	0.3%	100%	4.9%
Ganshoren	87.1%	0.8%	11.7%	0.3%	100%	2.7%
Elsene	88.1%	1.0%	10.6%	0.3%	100%	11.3%
Jette	84.5%	0.9%	14.2%	0.4%	100%	3.9%
Koekelberg	88.0%	2.0%	9.8%	0.2%	100%	1.7%
Sint-Jans-Molenbeek	85.6%	4.4%	9.3%	0.7%	100%	5.8%
Sint-Gillis	81.9%	5.8%	11.5%	0.8%	100%	2.7%
Sint-Joost-Ten-Noode	84.8%	5.0%	9.6%	0.6%	100%	1.5%
Schaarbeek	79.3%	3.5%	16.5%	0.6%	100%	8.4%
Ukkel	68.8%	0.8%	30.1%	0.4%	100%	10.7%
Watermaal-Bosvoorde	56.1%	0.6%	42.7%	0.5%	100%	2.2%
Sint-Lambrechts-Woluwe	79.3%	0.4%	20.1%	0.2%	100%	7.3%
Sint-Pieters-Woluwe	59.5%	0.5%	39.9%	0.1%	100%	5.4%
Brussels Gewest	78.5%	2.0%	19.0%	0.5%	100%	100%

Het energieverbruik van 1995 zoals dit gegeven wordt door de balans van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, kan verdeeld worden volgens deze ruimtelijke verdeelsleutels. Er bestaat een rechtstreeks verband tussen deze ruimtelijke verdeling en de woning- en bevolkingsdichtheid per geografische eenheid. Sommige

gemeenten zoals Molenbeek, Sint-Gillis, Elsene, Etterbeek, Sint-Joost en Schaarbeek hebben een grote bevolkingsdichtheid.

#### 1.1.1.4. Atmosferische emissies

Het totaalverbruik, vermenigvuldigd met de ruimtelijke verdeelsleutels en de emissiefactor van de brandstof, geeft de atmosferische emissies per toegepaste geografische eenheid.

Dit geeft ons een verdeling per brandstof van de 19 bestudeerde pollutanten voor de gekozen geografische eenheden van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

## 5.2. Opdeling in de tijd van het energieverbruik

### 5.2.1. Inleiding

Bedoeling van een opdeling in de tijd is het evalueren van de atmosferische emissies voor kleinere tijdseenheden dan een jaar (bijvoorbeeld voor één dag of voor één uur van de dag). Met andere woorden men evalueert het energieverbruik van de huisvestingssector voor ieder van deze kleinere tijdseenheden. De emissiefactoren zijn onafhankelijk van de tijdsdimensie. De evolutie in de tijd van een emissie volgt in principe de evolutie in de tijd van de activiteitsgraad van de energiebron. Deze laatste kan bekomen worden door gebruik te maken van de statistische informatie over de afhankelijkheid van de activiteit in functie van de tijd.

De energiebalans geeft per energiedrager het jaarlijks verbruik van het Gewest en maakt hierbij een onderscheid tussen het aandeel "voor verwarmingsdoeleinden" en het aandeel "niet voor verwarmingsdoeleinden". Bij een schatting van de atmosferische emissies is het belangrijk het energieverbruik in deze twee gebruiksdoeleinden uit te splitsen. Het verbruik voor verwarmingsdoeleinden is immers sterk afhankelijk van de buitentemperatuur, terwijl dit bij het verbruik voor andere doeleinden niet het geval is.

### 5.2.2. Opdeling per dag van het verbruik

De wekelijkse en dagelijkse verbruiksprofielen werden afgeleid van de meetgegevens die kwartier per kwartier voor de levering van aardgas aan wooncomplexen weergeven (bron : Electrabel).

Deze zelfde modelprofielen worden toegepast op het verbruik van iedere energiedrager in iedere statistische sector; er bestaat immers geen doorslaggevende reden waarom deze modelprofielen van afname, afgeleid uit het verbruik van aardgas, beduidend zouden verschillen van die van de andere brandstoffen.

#### 1.1.1.5. Verbruik voor andere doeleinden dan verwarming

Men gaat ervan uit dat de verdeling in de tijd van brandstoffen voor andere dan verwarmingsdoeleinden gedurende het volledige jaar constant blijft. Het dagelijks verbruik bedraagt zo 1/365ste van het jaarverbruik (of 366 ste in geval van een schrikkeljaar) :

#### 1.1.1.6. Verbruik voor verwarmingsdoeleinden

De verdeling van het jaarlijks brandstofverbruik voor verwarmingsdoeleinden hangt in hoofdzaak af van de buitentemperatuur :

De verdeelsleutel per dag wordt voor iedere dag in een verwarmingsseizoen voorgesteld door de verhouding van daggraden van een dag ten aanzien van het totaal aantal daggraden van een jaar. Buiten het verwarmingsseizoen wordt het energieverbruik als onbestaande beschouwd.

De UBIC (Unie der Belgische installateurs van Centrale Verwarming) bepaalt de "verwarmingsseizoenen" , dat wil zeggen de periodes van het jaar waarin de woningen verwarmd worden. De verwarmingsseizoenen worden berekend vanaf 15/15 daggraden.

Het verwarmingsseizoen vangt aan op de dag waarop aan de volgende twee voorwaarden voldaan wordt : minstens twee daggraden voor deze dag en de maximumbuitentemperatuur van deze dag is lager dan 18°C.

Dit criterium wordt nog verfijnd met de opmerking dat deze dag de 1ste dag is voor zover de volgende 3 dagen niet zonder daggraad zijn.

Het verwarmingsseizoen eindigt op de dag waarop aan de volgende twee voorwaarden voldaan wordt : hoogstens twee daggraden voor deze dag en de maximumbuitentemperatuur op deze dag is hoger dan 18°C.

Dit criterium wordt nog verfijnd met de opmerking dat deze dag de laatste dag is voor zover de volgende 3 dagen zonder daggraad zijn.

Op die manier telt 1995 drie verwarmingsseizoenen (263 dagen) : van 1/01/95 tot 23/05/95; van 2/06/95 tot 18/06/95 en van 20/09/95 tot 31/12/95.

De thermische inertie van de gebouwen en het individueel gedrag hebben een matigende invloed op de evolutie van het energieverbruik. Men schat dat het energieverbruik voor verwarmingsdoeleinden voor 80 % beïnvloed wordt door de klimaatsomstandigheden. De resterende 20% worden op gelijke wijze over de 263 dagen van het verwarmingsseizoen verdeeld :

#### 1.1.1.7. Bijsturingen van de profielen van het dagelijks verbruik

Deze ruwe verbruiksprofielen worden verder verfijnd : men houdt rekening met de schommelingen in de vraag naar warmte naargelang de dag van de week. Zo werd een profiel van wekelijkse afname bepaald voor de huishoudelijke sector.

Tabel 29.11 : Profiel van wekelijkse afname

	% dagelijks verbruik	Dagverdeling
Maandag	13,5	0,945
Dinsdag	13,5	0,945
Woensdag	13,5	0,945
Donderdag	13,5	0,945
Vrijdag	13,5	0,945
Zaterdag	16,25	1,1375
Zondag	16,25	1,1375
Gemiddelde	14,2857	1

#### 1.1.1.8. Opdeling per uur

Om de uurwaarden van het dagelijks energieverbruik te bepalen, werd ook een profiel van dagelijkse afname gedefinieerd voor de huishoudelijke sector.

## Bronnen

1. *Energiebalansen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 1990-1999, eindrapport ; Institut wallon ; april 2001*
2. *Collecte des données sur les émissions atmosphériques liées à des consommations énergétiques en Région de Bruxelles-Capitale, eindrapport ; Institut Wallon ; december 1997*

## Andere fiches in verband hiermee

Schriftje Lucht - basisgegevens voor het plan

- 1. Het DPSIR-model : voor een geïntegreerde aanpak van de bescherming van de luchtkwaliteit
- 2. Vaststellingen
- 28. Inventarisatie van de atmosferische emissies - het CorinAir model toegepast op Brussel
- 43. Synthese van de atmosferische emissies in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- 55. Synthese van de atmosferische emissies tengevolge van het energieverbruik

- 59. De bescherming van de luchtkwaliteit

## **Auteur(s) van de fiche**

SQUILBIN Marianne