



# 02

---

## HOOFDLIJNEN

- In de meeste sectoren daalt de hoeveelheid broeikasgassen uitgestoten per eenheid activiteit (ook wel broeikasgasintensiteit genoemd). Die daling is echter onvoldoende om de toenemende activiteit volledig te compenseren.
- In Vlaanderen is meer dan 83 % van de broeikasgasuitstoot een direct gevolg van energiegebruik. Energiebesparing en hernieuwbare energieproductie slagen er nog onvoldoende in om de CO<sub>2</sub>-uitstoot ten gevolge van energiegebruik terug te dringen.
- De verhoogde concentratie aan broeikasgassen in de atmosfeer leidt nu al tot klimaatverandering. Zo komen er steeds nadrukkelijker meer natte dan droge jaren voor in ons land. De komende decennia zal vooral in de winter de neerslagintensiteit verder toenemen.
- Ook de zeespiegel aan onze kust stijgt gemiddeld met 2 mm per jaar. Die stijging is sterker bij hoog- dan bij laagwater.
- Klimaatverandering is maar één van de factoren in de recente toename van overstromingen. Toch zullen het wijzigende neerslagpatroon en een versneld stijgend zeeniveau de komende decennia het risico op overstromingen verder opdrijven.

# 02 Klimaat- verandering Hoogtij(d) in klimaatbeleid

---

Johan Brouwers, MIRA, VMM ·  
Koen Claes, IIS Moorkens en  
Leo De Nocker, Integrale Milieustudies,  
VITO · Wim Buelens, Vlaams Energie-  
agentschap · Wouter Vanneuville,  
Waterbouwkundig Laboratorium,  
Departement Mobiliteit en Openbare  
Werken

---

## INLEIDING

In de zomer van 2006 keurde de Vlaamse Regering het tweede Vlaamse Klimaatbeleidsplan goed. Het plan heeft betrek-

king op de periode 2006-2012 en heeft tot doel de engagementen van het Kyoto-protocol na te komen. In dit hoofdstuk geven we een actueel beeld van de *broeikasgasuitstoot* (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub>) in Vlaanderen. Daarbij zoomen we in op de *realisaties en uitdagingen* op (deel)sectorniveau.

Daarnaast werpen we een blik op twee tekenen van klimaatverandering: de *neerslagvariatie* en het wijzigende *zeeniveau*. Vlaanderen wordt gekenmerkt door een dichte bebouwing, met een ontoereikende infiltratiecapaciteit bij hevige regenval. Heel wat rivieren werden rechtgetrokken en natuurlijke overstromingsgebieden gesupprimeerd. Bovendien ligt een groot deel van Vlaanderen minder dan 5 meter boven het zeeniveau. Een stijgende zeespiegel en meer intense regenperiodes kunnen het risico op *overstromingen* dan ook sterk verhogen.

De kaderteksten geven een stand van zaken voor het *energiegebruik* in Vlaanderen en de inzet van enkele milieuvriendelijke energievormen (*groene stroom* en *WKK*).

## 2.1 Klimaatinspanningen van de sectoren

In dit deel schetsen we eerst de evolutie van de broeikasgasuitstoot sedert 1990 in Vlaanderen. Vervolgens gaan we dieper in op de evolutie van de afzonderlijke sectoren. We kijken naar hun uitstoot ten opzichte van hun economisch belang en een aantal andere activiteitsindicatoren. Zo gaan we na in hoeverre de sectoren inspanningen leveren om hun activiteit los te koppelen van de broeikasgasuitstoot. Ten slotte gaan we na welke emissiereductie verwacht wordt van het tweede Vlaams Klimaatbeleidsplan en hoever we daarmee nog verwijderd blijven van de doelstelling voor de Kyotoperiode (2008-2012).

### EVOLUTIE VAN DE BROEIKASGASEMISSIE

De uitstoot van broeikasgassen in Vlaanderen kwam in 2005 uit op 89,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq, of 5,9 Mton CO<sub>2</sub>-eq boven de Kyotodoelstelling<sup>1</sup> (doel 2008-2012) voor Vlaanderen. Daarmee werd ook de stabilisatiedoelstelling uit het Milieubeleidsplan 2003-2007 (MINA-plan 3) voor 2005 ten opzichte van 1990 niet gehaald (figuur 2.1.a). De stijging ten opzichte van 1990 staat haaks op de reductieverplichting en is bijna volledig te wijten aan de toegenomen uitstoot van CO<sub>2</sub>: +12 % in de periode 1990-2005. Het stijgend verloop uit de jaren 90 is ondertussen wat afgevlakt, maar de noodzakelijke sterke daling blijft voorlopig uit. Door de afname van de uitstoot van CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en F-gassen (verzamelnaam voor HFK's, PFK's en SF<sub>6</sub>) is het relatieve aandeel van CO<sub>2</sub> in 2005 zelfs opgelopen tot 85 %.

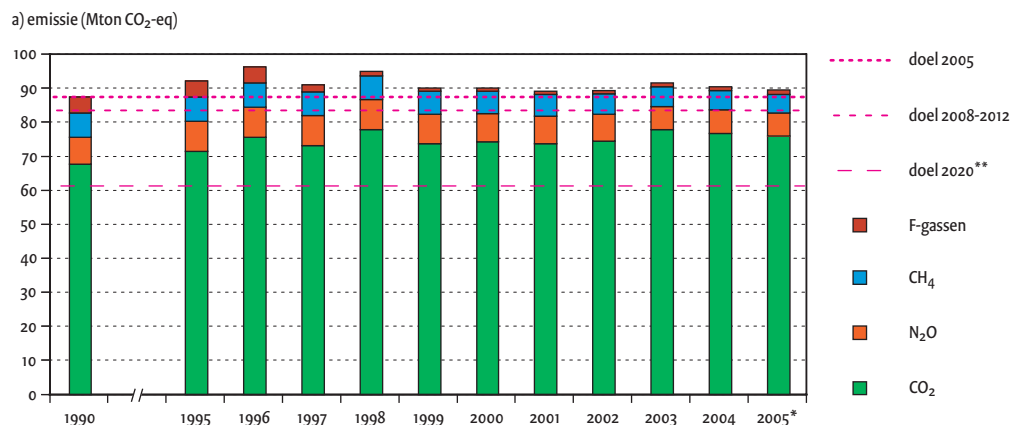
Lachgas (N<sub>2</sub>O) is het tweede belangrijkste broeikasgas in Vlaanderen met een aandeel van 8 % in de emissies van 2005. Het is vooral afkomstig van industriële processen (o.m. de productie van salpeterzuur) en de landbouwsector (mestopslag en plantaardige productie). Door belangrijke reducties, vooral in de industrie maar ook in de landbouwsector, is in 2005 een daling van de N<sub>2</sub>O-emissies gerealiseerd van 13 % ten opzichte van 1990.

Methaan (CH<sub>4</sub>) is goed voor 6 % van de totale broeikasgasemissies in 2005. De uitstoot van CH<sub>4</sub> is in 2005 met 25 % gedaald ten opzichte van 1990, in de eerste plaats dankzij maatregelen bij de belangrijkste bron van de sector handel & diensten: de afvalstorten. De invoering van een stortverbod en de nuttige aanwending (energieproductie) van CH<sub>4</sub>-emissies uit de bestaande afvalstorten deden de netto methaanuitstoot van afvalstorten met twee derde terugvallen over de periode 1990-2005.

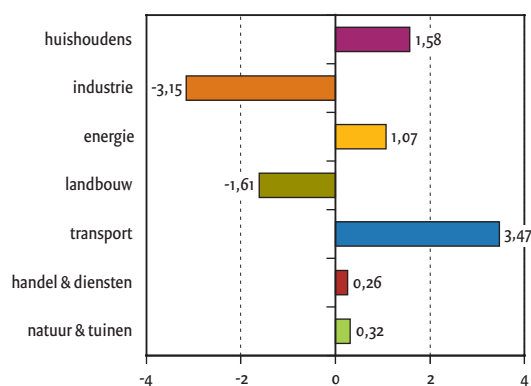
De uitstoot van *gefluoreerde broeikasgassen* (F-gassen) is veel kleiner dan van de andere broeikasgassen. Door hun sterk opwarmend effect (honderden tot duizenden malen sterker dan CO<sub>2</sub>) zijn ze evenwel niet onbelangrijk. In Vlaanderen nam hun aandeel in de uitstoot af van 5 % in 1995 tot 1 % in 1999. Daarna steeg het aandeel terug naar 1,4 % in 2005.

<sup>1</sup> Het Klimaatverdrag van de Verenigde Naties (UNFCCC) legt de absolute cijfers voor de Kyotodoelstellingen van de betrokken partijen pas eind 2006 vast. De Vlaamse Kyotodoelstelling werd bepaald op basis van het Vlaamse aandeel in de officiële Belgische emissie-inventaris van 2006 en de reductiedoelstelling voor Vlaanderen bepaald in het nationale akkoord inzake lastenverdeling van 2004. Dat cijfer kan enkel veranderen indien het UNFCCC opmerkingen heeft op de Belgische emissie-inventaris.

Figuur 2.1: Emissie van broeikasgassen per gas en per sector (Vlaanderen, 1990-2005)



b) verschil 2005\* t.o.v. 1990 (Mton CO<sub>2</sub>-eq)



\* voorlopige cijfers

\*\* streefdoel MINA-plan 3: 30 % reductie van de broeikasgasuitstoot in 2020 t.o.v. 1990

Bron: VMM

## INSPANNINGEN PER (DEEL)SECTOR

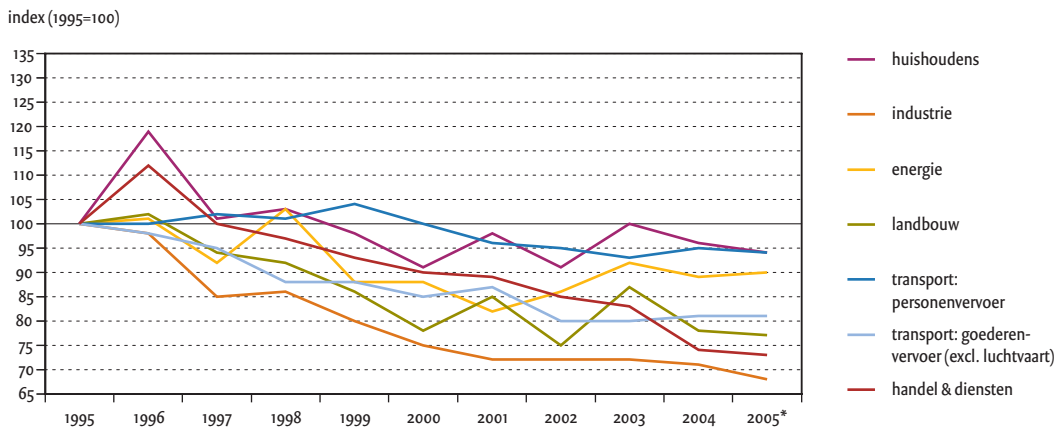
Uit figuur 2.1 b) blijkt duidelijk welke sectoren in de periode 1990-2005 meer of minder broeikasgassen zijn gaan uitstoten. *In absolute termen* is de uitstoot het meest toegenomen bij transport (+3,47 Mton CO<sub>2</sub>-eq) en de huishoudens (+1,58 Mton CO<sub>2</sub>-eq). De grootste absolute daling werd opgetekend bij de industrie (-3,15 Mton CO<sub>2</sub>-eq). Die reductie is echter volledig toe te schrijven aan één maatregel met betrekking tot F-gasemissies bij het chemische bedrijf 3M. Zonder die maatregel zou de uitstoot van de industrie licht stijgen (+1 Mton CO<sub>2</sub>-eq over de periode 1990-2005).

Wanneer we voor elke sector de jaarlijkse broeikasgasemissie uitdrukken per eenheid van activiteit<sup>2</sup> – ook wel *broeikasgasintensiteit* genoemd – vertonen alle sectoren een min of meer dalende trend over de periode 1995-2005 (figuur 2.2). Dat wijst op een ont koppeling tussen de (economische) activiteit van de sectoren en hun broeikasgasemissie.

<sup>2</sup> bruto toegevoegde waarde voor de economische sectoren; aantal huishoudens voor de huishoudens; afgelegde personen-/tonkilometers voor transport

De sectoren industrie, handel & diensten en landbouw en het goederenvervoer kenden de sterkste daling tussen 1995 en 2005. Het verloop van de broeikasgasemissie per huishouden is grillig. Dat wordt onder meer veroorzaakt door de sterke afhankelijkheid van de buitentemperatuur in het stookseizoen.

Figuur 2.2: Evolutie van de broeikasgasintensiteit per sector: broeikasgasemissie uitgedrukt per eenheid van activiteit (Vlaanderen, 1995-2005)



\* voorlopige cijfers

Voor de meeste sectoren werd als activiteitsindicator gewerkt met de bruto toegevoegde waarde uitgedrukt in constante prijzen van 2000. Voor de huishoudens werd de emissie uitgedrukt per huishouden, voor personenvervoer per personenkilometer en voor goederenvervoer per tonkilometer.

De bruto toegevoegde waarde voor 2005 is nog niet bekend. Daarom werd voor de bruto toegevoegde waarde van 2005 de waarde van 2004 overgenomen.

Bron: VMM, VITO

### Emissiedata broeikasgassen: dynamisch maar betrouwbaar

De gerapporteerde dataset inzake broeikasgasemissies is het resultaat van wetenschappelijke studies, enquêtes, verplichte rapporteringen ... en geeft een zo goed en volledig mogelijke inschatting. Toch blijven er steeds onzekerheden en bestaat er een *foutmarge* voor die data. Uit een onzekerheidsbepaling uitgevoerd voor de Belgische broeikasgasinventaris – waarvan de Vlaamse broeikasgasinventaris deel uitmaakt – bleek een algemene onzekerheid (voor alle sectoren en alle gassen samen) van 7,5 % voor 2003. Een cijfer dat overeenkomt met dat van de andere EU-landen. Dat betekent dat het totaalcijfer voor broeikasgasemissies in 2003 in realiteit tot 7,5 % hoger of lager zou kunnen liggen dan actueel ingeschat. Ook voor de andere jaren kan worden verwacht dat de onzekerheid van eenzelfde grootteorde is. Voor de trend 1990-2003 bedraagt de onzekerheid 2,7 %.

De data die hier gerapporteerd worden, kunnen *verschillen* t.o.v. data gerapporteerd in MIRA-T 2005. De reden daarvoor is dat er naast de validering van voorlopige data voor het laatste jaar ook aanpassingen gebeurd zijn aan de data van de historische jaren. Aanleiding daartoe zijn bijvoorbeeld nieuwe wetenschappelijke inzichten die toelaten nauwkeuriger inschattingen van de emissiestromen te maken. Daarbij wordt er steeds nauwlettend op toegezien dat de volledige tijdsreeks op een consistente manier wordt samengesteld. Alles samen blijven die wijzigingen wel beperkt in grootteorde: voor de totale broeikasgasemissies te verrekennen bij toetsing aan de Kyoto-doelstelling beperken de wijzigingen in dit rapport zich tot een lichte verhoging met 0,2 % tot 0,4 % afhankelijk van jaar tot jaar.

## ENERGIEGEBRUIK IN VLAANDEREN

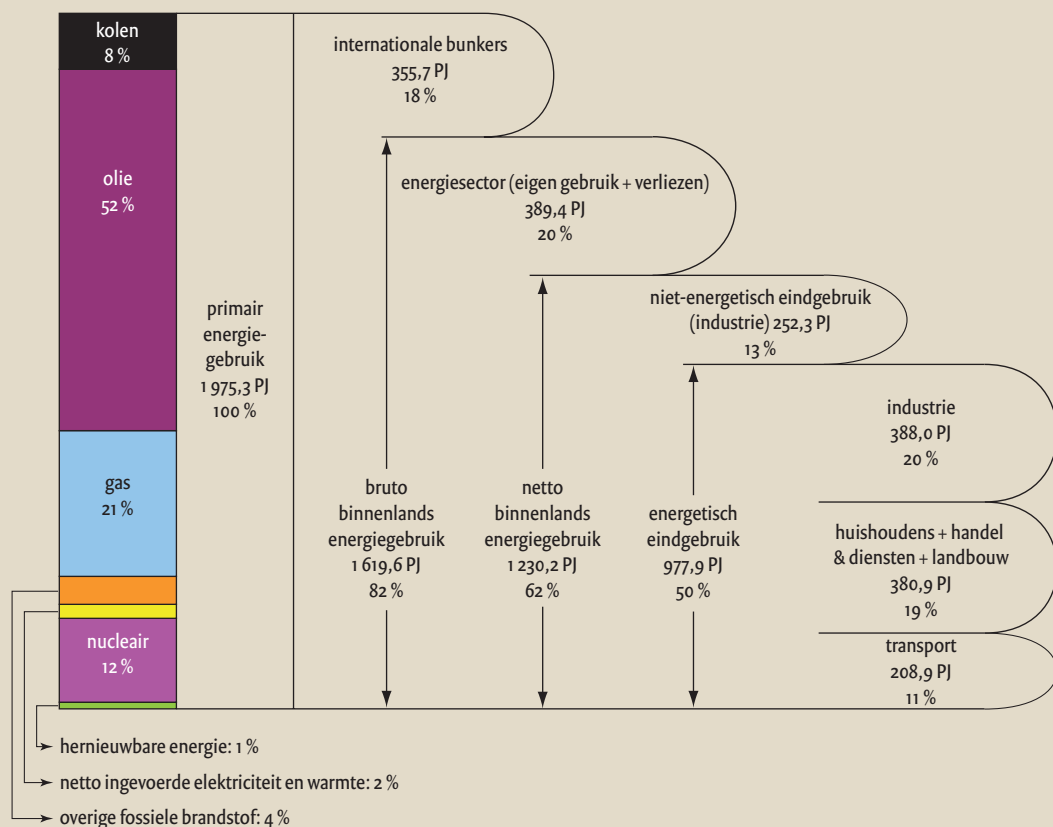
In 2005 is meer dan 83 % van de broeikasgasuitstoot in Vlaanderen een direct gevolg van (fossiel) energiegebruik. Kernenergie heeft een aandeel van 12 % in ons primair energiegebruik (en 40 % in onze elektriciteitsproductie). De bijdrage van hernieuwbare energiebronnen blijft ondanks een sterke groei in de laatste jaren, beperkt tot 1 %. Daardoor bleef Vlaanderen in 2005 nog voor 85 % van zijn energiegebruik afhankelijk van fossiele brandstoffen.

Onderstaande figuur geeft een schematisch overzicht van de verschillende energiestromen in Vlaanderen. Het energiegebruik binnen Vlaanderen zelf, dus zonder de bevoorrading van internationale scheep- en luchtvaartbunkers, noemt men het *bruto binnenlands energiegebruik (BBE)*. De energieverliezen bij

transformatie, transport en distributie van energie en het eigen energiegebruik van de energiesector (elektriciteitscentrales, raffinaderijen en aardgasdistributie) lopen op tot een kwart van het BBE in Vlaanderen.

Het *netto binnenlands energiegebruik* – soms ook *finale energiegebruik* genoemd – bestaat uit twee delen: het *energetisch eindgebruik* (voor verwarming, verlichting, aandrijving ...) en het *niet-energetisch eindgebruik* (gebruik van energiedragers als grondstof: bv. aardgas voor de productie van ammoniak of nafta voor kunststoffen). Ook dat niet-energetisch energiegebruik geeft aanleiding tot de uitstoot van broeikasgassen.

Stroomschema van het energiegebruik (Vlaanderen, 2005\*)



\* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

Tabel 2.1 ontrafelt de broeikasgasintensiteit tot op het niveau van de deelsectoren en geeft per deelsector de evolutie weer van de verhouding tussen de uitstoot en de meest relevante – én beschikbare – activiteitsindicator. Bij de *huishoudens* – in tegenstelling tot figuur 2.2 nu met correctie naar genormaliseerde klimatologische omstandigheden – is de ont koppeling minimaal. De uitstoot per huishouden is licht gedaald, terwijl de uitstoot per inwoner zelfs nog licht gestegen is. Dat verschil valt waarschijnlijk te verklaren door een daling van het aantal inwoners per huishouden. De som van de uitstoot van twee kleine huishoudens is immers groter dan van één groot huishouden.

Voor de *industriële deelsectoren* is als activiteitsindicator gekozen voor de productie-index die een maat is voor de (fysische) omvang van de productie. Tussen 1990 en 2005 is de uitstoot per eenheid van productie in elke industriële sector gedaald. Er zijn evenwel sterke verschillen. De ont koppeling tussen uitstoot en productie varieert van 9 % in de categorie ‘overige industrie’ tot meer dan 50 % in de chemie en de voeding. Ook de *energiesector* vertoont een daling van de uitstoot per geproduceerde eenheid: respectievelijk met 18 % voor elektriciteit & warmte en 12 % voor raffinageproducten. De sterkste daling (-44 %) komt van de aardgasdistributie waar o.a. de verliezen werden teruggedrongen door de vervanging van oude leidingen.

De *landbouwsector* toont een daling voor de glastuinbouw en de akkerbouw. In de veeteelt is er vreemd genoeg een toename van de uitstoot t.o.v. de mestproductie. Ten dele is dat te verklaren door het emissiearm uitrijden van mest op akkers als maatregel ter reductie van de ammoniakemissie, die een verschuiving naar lachgasemissies teweegbrengt.

Bij *transport* is de ont koppeling in het algemeen eerder beperkt, maar met duidelijke verschillen tussen de vervoersmodi. Voor het personenvervoer over de weg blijft de lichte daling per voertuigkilometer al sinds 1995 aanhouden. De daling per personenkilometer is pas in 2000 ingezet. Bij het goederenvervoer over de weg stellen we een constante daling van de uitstoot per tonkilometer vast: -20 % in 2005 ten opzichte van 1995.

In de sector *handel & diensten* werd de uitstoot uitgezet tegen het aantal werknemers. Hier zijn de verschillen tussen de deelsectoren nog groter dan in de industrie. In de handel en de horeca is de broeikasgasintensiteit zelfs toegenomen. De oorzaak ligt vermoedelijk bij het feit dat die deelsectoren zich eerder richten op de bediening van de klanten dan op een beperking van het energiegebruik.



Tabel 2.1: Evolutie van de broeikasgasintensiteit\*\* per deelsector (Vlaanderen, 1995-2005)

| sector            | deelsector  | berekingsbasis<br>broeikasgasintensiteit | 1995  | 2000 | 2005 |
|-------------------|---|--|---|------|------|
|                   |   |  | index (1995 = 100)                                  |      |      |
| huishoudens       |   | inwoner*                                 | 100   | 103  | 103  |
|                   |   | huishouden*                              | 100   | 101  | 98   |
| industrie         | chemie  | eenheid productie                        | 100   | 54   | 44   |
|                   | ijzer- & staalindustrie, non-ferro,<br>metaalverwerkende nijverheid |  | 100   | 90   | 85   |
|                   | voeding, dranken & tabak  |  | 100   | 58   | 47   |
|                   | textiel, leder & kleding  |  | 100   | 97   | 62   |
|                   | papier & uitgeverijen   |  | 100   | 78   | 55   |
|                   | overige industriële sectoren  |  | 100   | 102  | 91   |
|                   | energie   | productie van elektriciteit<br>& warmte  | kWh bruto elektriciteitsproductie<br>(niet-nuclear) | 100  | 88   |
|                   | raffinaderijen  | J raffinageproduct                       | 100   | 88   | 88   |
|                   | opslag, transport & distributie<br>van aardgas                      | m <sup>3</sup> primair aardgasgebruik    | 100   | 65   | 56   |
| landbouw          | veeteelt  | eenheid mestproductie                    | 100   | 102  | 105  |
|                   | glastuinbouw*   | ha serres                                | 100   | 79   | 83   |
|                   | akkerbouw en andere   | ha landbouwareaal                        | 100   | 94   | 83   |
| transport         | personenvervoer weg   | personenkm                               | 100   | 100  | 95   |
|                   |   | voertuigkm                               | 100   | 96   | 94   |
|                   | goederenvervoer weg   | tonkm                                    | 100   | 84   | 80   |
|                   | personenvervoer spoor***  | personenkm                               | 100   | ..   | 84   |
|                   | goederenvervoer spoor***  | tonkm                                    | 100   | ..   | 70   |
|                   | binnenscheepvaart   | tonkm                                    | 100   | 94   | 92   |
| handel & diensten | handel*   | werknemer                                | 100   | 131  | 137  |
|                   | hotels & restaurants*   |  | 100   | 263  | 162  |
|                   | kantoren & administraties*  |  | 100   | 107  | 93   |
|                   | onderwijs*  |  | 100   | 104  | 91   |
|                   | gezondheidszorg*  |  | 100   | 90   | 82   |
|                   | afvalverwerking   |  | 100   | 59   | 21   |
|                   | andere diensten*  |  | 100   | 89   | 70   |

\* Bij jaarlijks gelijkblijvende klimatologische omstandigheden: correctie van de broeikasgasemissies naar het gemiddelde aantal graaddagen (2 088) in een jaar. Daarbij is verondersteld dat 85 % van de CO<sub>2</sub>-emissies in de (deel)sectoren temperatuursafhankelijk zijn.

\*\* Berekend als de hoeveelheid broeikasgassen uitgestoten per eenheid van activiteit. Het cijfer voor 1995 werd gelijkgesteld aan 100.

\*\*\* Gezien het grote aandeel van elektrische treinen t.o.v. dieseltreinen, is bij deze deelsector uitzonderlijk de emissie bij de elektriciteitsproductie pro rata mee verrekend.

Bron: VITO, VMM

## Evaluatie van het eerste European Climate Change Programme

In haar *European Climate Change Programme* (ECCP-1) van 2000 selecteerde de EU een 40-tal prioritaire maatregelen om de broeikasgasemissies terug te dringen. Daarbij werd rekening gehouden met het reductiepotentieel en met de kostprijs. Maatregelen werden als kostenefficiënt beschouwd wanneer ze minder dan 20 euro per gereduceerde ton CO<sub>2</sub>-eq kosten. Om die maatregelen in de praktijk te brengen, heeft de Europese Commissie een aantal belangrijke, bindende richtlijnen uitgevaardigd met daarin o.a. een energienorm voor koelkasten en diepvriezers, een energieprestatienormering voor gebouwen en het systeem van emissiehandel (Emission Trading Scheme of ETS) voor grote industriële bedrijven.

In 2005 startte de Europese Commissie met de uitwerking van een tweede Europees programma inzake klimaatverandering (ECCP-2). Dat programma zal de krijtlijnen van het toekomstige Europees klimaatbeleid vastleggen, zowel inzake bestrijding van de klimaatverandering als de aanpassing (adaptatie) aan de onvermijdelijke gevolgen. Zullen zeker aan bod komen in ECCP-2: innovatie in klimaatvriendelijke technologie, onderzoek naar koolstofopvang en -opslag (Carbon Capture & Storage of CCS) en specifieke maatregelen voor diverse onderdelen van de transportsector (luchtvaart, scheepvaart en wegtransport). De verdere uitwerking van ECCP-2 zal gebeuren op basis van een evaluatie van het ECCP-1. Die evaluatie kwam tot volgende conclusies:

- *Energievoorziening:* De impact van bestaande maatregelen uit ECCP-1 is erg moeilijk vast te stellen. Toch is duidelijk dat ze niet het verhoopde reductiepotentieel hebben opgeleverd. Maatregelen in sectoren die deelnemen aan de emissiehandel bleken weinig resultaat te hebben als hun effect niet in rekening gebracht was bij de verdeling van de emissierechten (de zogenaamde toewijzingsplannen);
- *Beheersing van de energievraag:* Verbeterde energie-efficiëntie bij eindgebruikers zou de globale uitstoot van broeikasgasemissies kunnen halveren. De praktijk wijst aan dat aan die verwachting niet voldaan wordt. De vandaag gerealiseerde verbeteringen in energie-efficiëntie kunnen de stijging van de energievraag niet compenseren, laat staan ombuigen;
- *Transport:* Er bestaat een grote discrepantie tussen het verwachte emissiereductiepotentieel van de maatregelen onder ECCP-1 en de huidige emissietrends. ECCP-1 bevatte o.a. het vrijwillige engagement van de autoconstructeurs om tegen 2008 (Europese auto's) of 2009 (Japanse en Koreaanse) de gemiddelde uitstoot van nieuwe wagens te verminderen tot 140 g CO<sub>2</sub>/km. In 2004 bedroeg de uitstoot respectievelijk nog 161 g CO<sub>2</sub>/km en 170 g CO<sub>2</sub>/km. Hoewel de doelstelling technisch nog haalbaar is, denkt de Europese Commissie voor ECCP-2 aan meer bindende maatregelen zoals bv. het compenseren van de tekorten via het ETS. Daarnaast overweegt de Europese Commissie ook om de luchtvaart verplicht te laten deelnemen aan het ETS;
- *Niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen:* Ook na ECCP-1 bestaat er nog een groot reductiepotentieel voor N<sub>2</sub>O in de salpeterzuur- en adipinezuurproductie. De CH<sub>4</sub>-emissie uit afval is tussen 1990 en 2003 al met 35 % gedaald, voornamelijk doordat het afvalbeleid zich toespitst op recyclage en op de vermindering van storten. Door ECCP-1 is op 4 juli 2006 ook Europese wetgeving over de regulering van F-gassen van kracht geworden. Zo komt er een uitfasering van het gebruik van HFK's met een Global Warming Potential (GWP) hoger dan 150 voor airconditioning in auto's;
- *Landbouw:* De inschatting van ECCP-1 voor het potentieel van koolstofvastlegging in land- en bosbouw bleek te optimistisch. De waargenomen trends in de broeikasgasuitstoot van de sector zijn voornamelijk het gevolg van neveneffecten van andere beleidsmaatregelen, zoals het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid en de Kaderrichtlijn Water, niet van specifieke klimaatgerichte maatregelen.

## TWEEDE VLAAMS KLIMAATBELEIDSPAN

De Vlaamse Kyotodoelstelling betreft een gemiddelde jaarlijkse uitstoot van 83,436 Mton CO<sub>2</sub>-eq in de periode 2008-2012. Op basis van prognoses van de Vlaamse broeikasgasuitstoot bij afwezigheid van klimaatbeleid is de reductiedoelstelling voor het Vlaams klimaatbeleid geschat op 22 Mton CO<sub>2</sub>-eq per jaar. Het tweede Vlaams Klimaatbeleidsplan voorziet, verspreid over alle sectoren, maatregelen met een gezamenlijk reductiepotentieel van 18 Mton. Van dat potentieel moet tussen 2004 en 2008-2012 nog 3,3 Mton gerealiseerd worden. Dat betekent een emissiedaling van een kleine 4 % over die periode. Voor de resterende reductiekloof van ruim 4 Mton voorziet de Vlaamse overheid in de aankoop van emissiekredieten.

Voor de interne maatregelen (binnen Vlaanderen) wordt de grootste reductie verwacht van de *elektriciteitssector*. Die sector is enerzijds wel afhankelijk van de vraag naar elektriciteit, maar kan anderzijds wel de broeikasgasintensiteit van zijn productie sterk verminderen. Van de *industrie* wordt weliswaar een serieuze bijdrage verwacht (tabel 2.2), maar het is ook de enige sector waarvan de uitstoot in absolute termen mag blijven stijgen tussen 2004 en de Kyotoperiode (2008-2012). De meest energie-intensieve bedrijven nemen namelijk deel aan het benchmarkconvenant, waardoor ze hun productie en bijhorende uitstoot kunnen verhogen zolang ze voldoen aan de eisen inzake energie-efficiëntie. Van sectoren industrie en energie nemen de grootste bedrijven deel aan de emissiehandel. Dat betekent dat ze niet noodzakelijk zelf moeten reduceren, maar ook elders emissierechten kunnen kopen. De emissiereductie ten gevolge van de emissiehandel beschouwt men onder Kyoto als interne emissiereductie. De inzet van emissiekredieten uit Joint Implementation (JI) of Clean Development Mechanism (CDM) in de emissiehandel wordt evenwel als buitenlandse maatregel gerekend.

In de *transportsector* zijn maatregelen voorzien met een reductiepotentieel van 3,9 Mton. Tussen 2004 en 2008-2012 zou de sector hiervan nog 2,1 Mton moeten realiseren: een emissiedaling van 13 %. Ondanks deze maatregelen zal de uitstoot van transport daarmee nog ruim 10 % boven het niveau van 1990 uitkomen.

In de gebouwen – voornamelijk de sectoren *huishoudens* en *handel & diensten* – zouden de voorziene maatregelen een reductie van 2,5 Mton moeten opleveren. Het grootste deel daarvan (2,1 Mton, of een emissiereductie van 4 %) moet nog gerealiseerd worden tussen 2004 en 2008-2012. Desondanks komt de sector daarmee in 2008-2012 uit op een niveau dat 19 % boven dat van 1990 ligt. Enkele voorbeelden van voorziene maatregelen zijn de energieprestatieregelgeving, de acties inzake rationeel energiegebruik (REG) van de netbeheerders en een versnelde modernisering van de schoolinfrastructuur.

De voorziene maatregelen in de *landbouwsector* (meer aardgas en warmtekraftkoppeling of WKK, biobrandstoffen, afstemming met mestbeleid, bosuitbreiding) zouden goed zijn voor een vermindering in de uitstoot met 978 kton. Die maatregelen versterken de reeds dalende trend. Van het totale reductiepotentieel moet nog ruim 600 kton gerealiseerd worden tussen 2004 en 2008-2012. Dat betekent een daling van de emissies in die periode met 7 %. Met een daling van 21 % ten opzichte van 1990 wordt van de landbouw, op de energiesector na, de sterkste procentuele daling verwacht.

Tabel 2.2: Reductiepotentieel en relatieve bijdrage per sector zoals voorzien in het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006-2012

|                         | reductiepotentieel<br>(kton CO <sub>2</sub> -eq) | relatieve<br>bijdrage | verwachte evolutie uitstoot 2004-2008/2012 |                   |
|-------------------------|--|-----------------------|--|-------------------|
|                         |  |                       | zonder* klimaatbeleid                      | met klimaatbeleid |
| elektriciteitsproductie | 5 800  | 32 %                  | -21 %                                      | -52 %             |
| industrie               | 4 806  | 27 %                  | +51 %                                      | +34 %             |
| gebouwen                | 2 455  | 14 %                  | +9 %                                       | -4 %              |
| transport               | 3 914  | 22 %                  | +12 %                                      | -13 %             |
| landbouw                | 978  | 5 %                   | +4 %                                       | -7 %              |
| <b>totaal</b>           | <b>17 953</b>                                    | <b>100 %</b>          | <b>+16 %</b>                               | <b>-4 %</b>       |

\* Er wordt geen rekening gehouden met beleidsmaatregelen die geïmplementeerd werden of worden na eind 2001. Dit betreft zowel Vlaamse als federale maatregelen, evenals de impact van de flexibele mechanismen, de emissiehandel op Europees niveau en de NEC-richtlijn.

Bron: VITO op basis van het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006-2012

## 2.2 Krijgt Vlaanderen natte voeten?

Sinds het begin van de industriële revolutie (tweede helft 18<sup>e</sup> eeuw) loopt de *concentratie aan broeikasgassen* in onze atmosfeer stelselmatig op onder invloed van menselijke activiteiten. Niet enkel zijn de gemeten concentraties de hoogste in duizenden tot miljoenen jaren, ook de snelheid waarmee die concentraties toenemen is nooit eerder vertoond. Zo ligt voor CO<sub>2</sub> het huidige tempo van de toename 200 maal hoger dan in de laatste 650 000 jaar, en is de aangroeiensnelheid de laatste jaren – gemiddeld gezien – nog verdubbeld t.o.v. 30 jaar geleden. Zelfs na 1990, het referentiejaar voor het Kyoto-protocol, nam het gezamenlijke opwarmend effect van de voornaamste broeikasgassen in onze atmosfeer nog toe met 22 %.

De *temperatuur* die oploopt onder invloed van hogere broeikasgasconcentraties kan leiden tot heuse *klimaatveranderingen*. Hier gaan we na in hoeverre Vlaanderen nu al geconfronteerd wordt met wijzigende *neerslagpatronen*, hoe de *zeespiegel* aan onze kust evolueert en wat dat betekent voor het risico op *overstromingen*.

### NEERSLAGVARIATIE

Een eerder uitgevoerde analyse van de neerslaggegevens in de 20<sup>e</sup> eeuw leert dat in ons land de gemiddelde jaarlijkse *neerslaghoeveelheid* is toegenomen. Opgedeeld in intervallen van 25 jaar, bedroeg de toename 6,6 %. Beschouwd in intervallen van 10 jaar, vertoont de neerslag eerder een golvend – maar ook stijgend – patroon (Van Damme, 2003). Ook het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) gaf al aan dat de neerslag in de meeste gebieden tussen 35 en 85 graden noorderbreedte is toegenomen met 7 tot 12 % tijdens de vorige eeuw.

Sinds het begin van de waarnemingen in Ukkel zijn 2001 en 2002 absolute recordjaren met neerslaghoeveelheden van respectievelijk 1 088,5 en 1 077,8 mm ten aanzien van de normale 780,1 mm. 2005 bleek een vrij normaal jaar te zijn met 751,0 mm neerslag.

## Handel in emissierechten en emissiekredieten

Op 1 januari 2005 is de Europese markt voor emissierechten<sup>3</sup> (EUA's of European Union Allowances) van start gegaan. Die markt moet toelaten dat grote industriële bedrijven de vooropgestelde emissiereducties realiseren tegen een zo laag mogelijke kostprijs. Niettegenstaande een hoop praktische en politieke hinderpalen, lijkt de markt ondertussen wel te werken. In 2005 bedroeg het verhandelde volume nog maar 262 Mton CO<sub>2</sub>. In de eerste helft van 2006 werd al voor 436 Mton aan emissierechten verhandeld. De regeling voor handel in CO<sub>2</sub>-emissierechten bestrijkt ongeveer 12 000 installaties (verbrandingsinstallaties, olieraffinaderijen, cokesovens, ijzer- en staalfabrieken, en fabrieken die cement, glas, kalk, bakstenen, keramische producten, pulp en papier produceren) met een aandeel van 45 tot 50 % in de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van de EU. Onderstaande figuur geeft aan dat de prijs voor een emissierecht sterk gestegen is na de ratificatie van het protocol van Kyoto op 16 februari 2005. Toen begin mei 2006 bekend raakte dat de meeste lidstaten te veel emissierechten hadden toegewezen aan de bedrijven, daalde de prijs sterk. Sedertdien herstelde de prijs zich lichtjes, maar blijft voorlopig nog onder de 20 euro/ton. In 2005 werd voor de Vlaamse bedrijven een negatief saldo (tekort aan emissierechten) van -1,9 Mton CO<sub>2</sub> opgetekend. Dat is het resultaat van twee uiteenlopende evoluties: de elektriciteitssector stootte 8,2 Mton CO<sub>2</sub> teveel uit, terwijl de industrie 6,3 Mton CO<sub>2</sub> onder haar quotum bleef. Voor België is het saldo wel positief (+3 Mton CO<sub>2</sub>), net als in de meeste EU-lidstaten.

Door projectgebonden *flexibiliteitsmechanismen* (Joint Implementation of JI en Clean Development Mechanism of CDM) zullen bedrijven bijkomende CO<sub>2</sub>-kredieten kunnen verdienen en eventueel verhandelen. Voor Certified Emission Reductions (CER's), kredieten uit CDM gerealiseerd door emissiereducerende investeringen in niet-industrielanden, kan dat nu al. Voor Emission Reduction Units (ERU's), kredieten uit JI gerealiseerd door emissiereducerende investeringen in andere industrielanden, kan dat pas vanaf 2008. De prijs van CER's ligt een stuk lager dan die van EUA's. Dat komt door de onzekerheid verbonden aan die projecten. Momenteel schommelt de CER-prijs tussen 5 en 13 euro/ton CO<sub>2</sub>, al naargelang het risiconiveau. Ook de kwaliteit van de projecten bepaalt mee de prijs. Relatief 'gemakkelijke' projecten zoals stortgas- en F-gasdestructieprojecten leveren CER's aan een lagere prijs dan projecten die meer investeren in duurzame ontwikkeling en sociale vooruitgang.

Vanaf 2008 is ook *International Emission Trading* (IET) mogelijk: de verhandeling van emissierechten tussen landen. De rechten van die handel zijn de Assigned Amount Units (AAU). IET wordt door heel wat landen, ook België, als laatste redmiddel gezien om te voldoen aan hun Kyotoverplichtingen. AAU's uit Rusland noemt men ook wel 'hete lucht' omdat ze niet overeenstemmen met emissiereducties als gevolg van klimaatbeleid maar als gevolg van het ineenstorten van de economie. Daardoor is er geen nieuwe milieubaat verbonden aan die AAU's.

Prijs emissierechten CO<sub>2</sub> op de Europese markt (2004-2006)



Bron: [www.pointcarbon.com](http://www.pointcarbon.com)

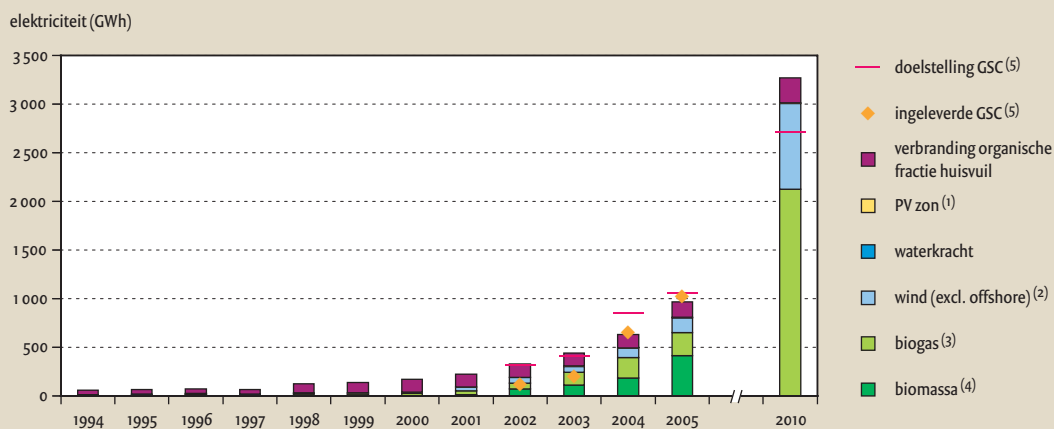
3 Eén EUA komt overeen met 1 ton CO<sub>2</sub>-eq. EUA's zijn de eenheden waarmee gehandeld wordt op een markt met de naam Emission Trading Scheme (ETS).

## MILIEUVRIENDELIJKE ENERGIEPRODUCTIE: GROENE STROOM EN WARMTEKRACHTKOPPELING (WKK)

In 2005 werd 967 GWh *groene stroom* geproduceerd (netto), 54% meer dan in 2004 en overeenstemmend met 1,7% van het bruto elektriciteitsgebruik. Voor de elektriciteitsleveringen in 2005 moesten de elektriciteitsleveranciers op 31 maart 2006 voor 1 061 GWh aan groenestroomcertificaten (GSC's; 1 GSC = 1 MWh

groene stroom) inleveren. Er werd voor 1 025 GWh GSC's ingeleverd, zodat voor 97% aan de certificatenverplichting werd voldaan. Per ontbrekend GSC moet een elektriciteitsleverancier een boete van 125 euro betalen.

Productie van groene stroom en toetsing aan doelstellingen groenestroomcertificaten (GSC's) (Vlaanderen, 1994-2005 + prognose 2010)



<sup>(1)</sup> installaties onder subsidieregeling sinds 1998

<sup>(2)</sup> Offshore windenergie kan niet in rekening gebracht worden voor de certificatenverplichting.

<sup>(3)</sup> vergisting van organisch afval, vergassing van hout; in 2010 inclusief biomassa

<sup>(4)</sup> coverbranding van hout, slib en/of olijpitten; De groene stroom uit biomassa is in 2010 bij 'biogas' geteld.

<sup>(5)</sup> Het betreft het aantal vooropgestelde of werkelijk ingeleverde certificaten voor 31 maart van het daaropvolgende jaar. Het aantal ingeleverde GSC's kan verschillen van het aantal GSC's uitgereikt in het jaar zelf.

Bron: VEA

Eind 2005 stond een totaal vermogen van 1 457 MW<sub>e</sub> aan WKK-installaties opgesteld (waarvan 1 068 MW<sub>e</sub> kwalitatieve WKK). Die installaties produceerden in 2005 voor 7 028 GWh elektriciteit, 12,1% van het bruto elektriciteitsgebruik. Dat betekent een stijging ten opzichte van 2004 met 35% qua (kwalitatief) WKK-vermogen en 21% qua elektriciteitsproductie (VITO, 2006).

Op 31 maart 2006 moesten de elektriciteitsleveranciers voor de eerste maal warmtekrachtcertificaten (WKC's; 1 WKC = 1 MWh primaire energiebesparing) inleveren, overeenstemmend met een primaire energiebesparing van 575 GWh. Er werden WKC's ingeleverd overeenstemmend met 246 GWh primaire energiebesparing, of slechts 43% van het in te leveren aantal. Er was

sowieso maar 55% van de WKC's nodig om aan de doelstelling te voldoen beschikbaar, omdat een aantal grote installaties later in dienst traden dan verwacht. Daarnaast werden niet alle beschikbare certificaten ingeleverd, o.a. omwille van speculatie op een stijgende waarde van de WKC's door de verhoging van de boete voor ontbrekende WKC's van 40 euro in 2006 naar 45 euro in 2007.

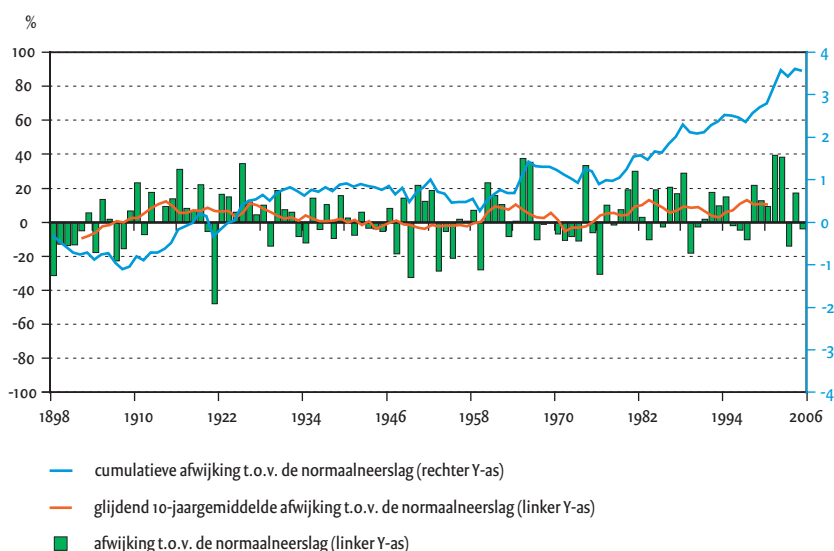
VITO onderzocht voor Vlaanderen het *potentieel* inzake hernieuwbare energie en WKK tot 2020 (VITO, 2005). Zonder bijkomende beleidsmaatregelen wordt in 2020 een productie verwacht van 5 752 GWh groene stroom en 15 949 GWh uit kwalitatieve WKK. Met bijkomende ondersteuningsmaatregelen is in 2020 de productie van 9 851 GWh groene stroom en 19 889 GWh uit

kwalitatieve WKK mogelijk. Bij een bruto elektriciteitsgebruik dat voor 2020 geraamd wordt op 60 386 GWh (bij lage groei) tot 71 768 GWh (bij hoge groei), zou dat een aandeel groene stroom van 8 tot 16,3 % betekenen van het bruto elektriciteitsgebruik (respectievelijk zonder bijkomende beleidsmaatregelen bij hoge

groei, of met bijkomende ondersteuningsmaatregelen bij lage groei). Analoog kan het aandeel van stroom opgewekt in kwalitatieve WKK's tegen 2020 opklimmen naar 22,2 tot 32,9 % van het bruto elektriciteitsgebruik.

Analyse van de neerslagdata toont aan dat er steeds nadrukkelijker meer natte dan droge jaren voorkomen in ons land (figuur 2.3). Wel is het zo dat de natuurlijke variatie van de neerslag van jaar tot jaar veel groter is dan de trend over een bepaalde periode. Dit maakt dat de signaal-ruisverhouding eerder klein is.

Figuur 2.3: Afwijking van de jaargemiddelde neerslag t.o.v. de normaalneerslag\* (Ukkel, 1898-2005)

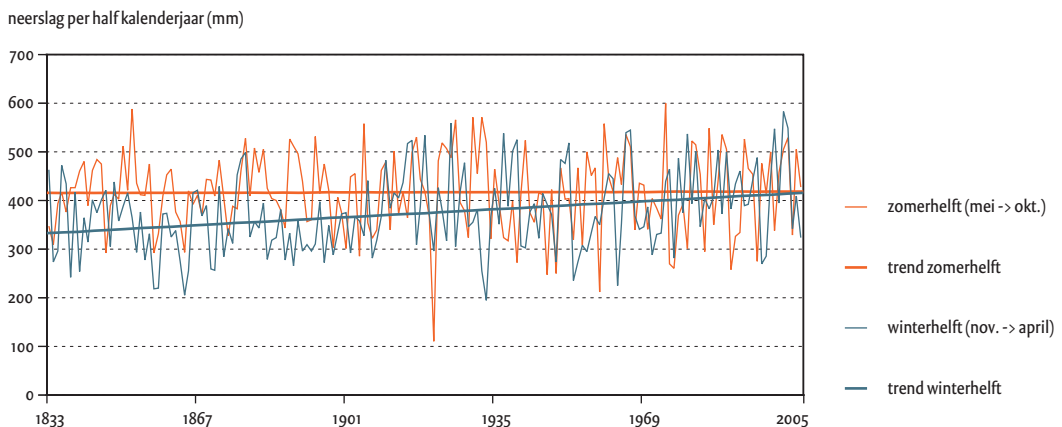


\* normaalneerslag = 780,1 mm

Bron: VMM op basis van KMI

De veranderingen in neerslag kunnen zich niet enkel tonen door veranderende jaargemiddelden. Belangrijker nog met het oog op de mogelijke impact, zijn de *verschuivingen per seizoen* en het voorkomen van extreme neerslagperiodes. Zo wordt de start van het groeiseizoen niet enkel bepaald door de temperatuur, maar ook door de waterbeschikbaarheid. Het gevaar voor erosie is het grootst bij hevige regenval in de wintermaanden, aangezien op dat ogenblik veel landbouwpercelen braak liggen. De veranderingen in neerslag deden zich in Europa het sterkst voor tijdens de wintermaanden. In Nederland blijkt de toename van de jaargemiddelde neerslag (+18 % in de periode 1906-2005) vooral het resultaat te zijn van een neerslagtoename in de winter (+26 %), het voorjaar (+21 %) en de herfst (+26 %). In de zomer is de neerslaghoeveelheid er nauwelijks veranderd (+3 %) (KNMI, 2006). Ook voor ons land lijkt de trend inzake neerslagtoename zich vooral in de wintermaanden af te tekenen (figuur 2.4).

Figuur 2.4: Evolutie van de neerslaghoeveelheid per half kalenderjaar (Ukkel, 1833-2005)



winterhelft = de maanden januari, februari, maart, april, november en december van een kalenderjaar; zomerhelft = de maanden mei, juni, juli, augustus, september en oktober van een kalenderjaar

De trendlijnen bekomen door lineaire regressie zijn niet significant ( $R^2 < 0,1$ ).

Bron: VMM op basis van KMI

In Europa worden ook wijzigingen waargenomen in het voorkomen van *extreme neerslagperiodes*, bv. het aantal erg natte dagen (dagen met meer dan 20 mm neerslag). Vaak zijn die wijzigingen meer expliciet dan de trend inzake gemiddelde neerslag. Vooral in Midden- en Noord-Europa tonen de meeste weerstations over de periode 1976-2004 een significante toename van het aantal erg natte dagen, terwijl dat aantal stagneert of zelfs afneemt in Zuid-Europa. België (Ukkel) telt jaarlijks gemiddeld 201 dagen met meetbare neerslag ( $\geq 0,1$  mm/dag) en 4 dagen waarop we kunnen spreken van zware neerslag ( $\geq 20$  mm/dag). Uitersten waren 1921 en 1974 met respectievelijk 153 en 266 neerslagdagen. Analyse van de neerslaggegevens sinds 1833 toont dat de lichte (niet-significante) toename van het aantal dagen met meetbare neerslag ( $\geq 0,1$  mm/dag) enkel waarneembaar is in de lente en de winter, terwijl in de zomer het aantal neerslagdagen – net als de eerder besproken neerslaghoeveelheid – constant blijft. Ook het aantal dagen met zware neerslag lijkt toe te nemen. Het recordjaar was 2004 met 12 dagen van zware neerslag.

Op basis van simulaties op wereldschaal verwacht het IPCC dat de neerslaghoeveelheden in de loop van de 21<sup>e</sup> eeuw globaal zullen blijven stijgen en dat in vele gebieden de jaarlijkse fluctuaties sterker zullen worden. Regionale veranderingen kunnen substantieel afwijken van de globale gemiddelden. Frei et al. (2006) hebben het effect van de IPCC-scenario's op het neerslagpatroon in Europa van nabij geanalyseerd met behulp van 6 regionale (Europese) klimaatmodellen. Boven de 45<sup>e</sup> breedtegraad, dus ook in België, verwachten ze tegen 2100 een verhoogde frequentie en intensiteit van extreme neerslagperiodes tijdens de lente, de winter en de herfst. Periodes van extreme regenval die tot op heden maar om de 40 à 100 jaar voorkwamen, zouden tegen 2100 al om de 20 jaar optreden. Daarmee zouden de extreme neerslagperiodes zelfs sneller toenemen dan hetgeen we kunnen afleiden uit de evolutie van het weerspatroon in de afgelopen



decennia. Voor de zomermaanden is de te verwachten evolutie volgens Frei et al. minder duidelijk. Het KNMI verwacht voor Nederland voor de zomermaanden een duidelijke negatieve trend in het aantal neerslagdagen. Maar op de resterende dagen zal de gemiddelde neerslaghoeveelheid toenemen door zwaardere buien (KNMI, 2006). Ondanks de blijvende onzekerheid omtrent de specifiek voor België te verwachten neerslagevolutie, geven alle modellen onder verschillende scenario's voor de winter steeds een neerslagtoename aan tussen +3 en +30 % tegen 2100. Voor de zomer daarentegen voorzien de modellen een status-quo tot een daling met 50 % op dezelfde termijn. Ook de kans op hevige regenbuien zou daarbij toenemen (Nationale Klimaatcommissie, 2006).

## ZEESPIEGEL

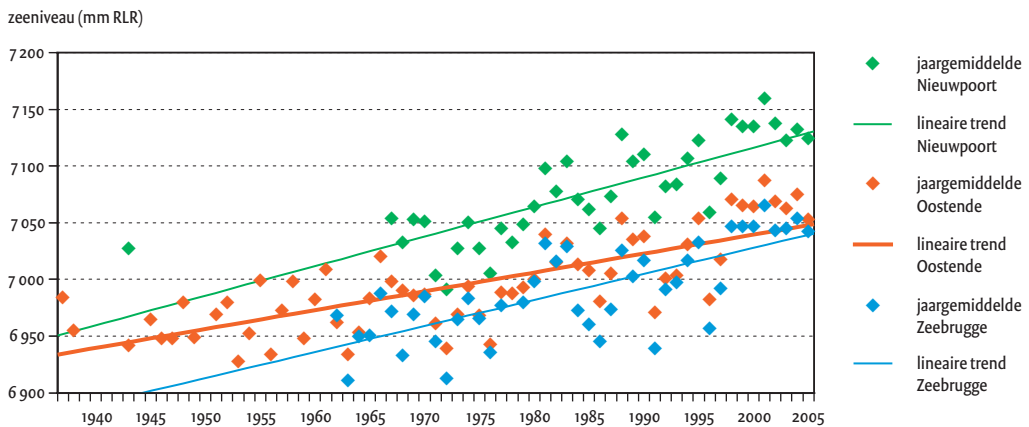
Het is erg waarschijnlijk dat de opwarming in de 20<sup>e</sup> eeuw mede onder invloed van menselijke activiteiten significant heeft bijgedragen tot de waargenomen stijging van het zeeniveau, met name door *thermische uitzetting* en de wijdverspreide *afsmelting* van ijskappen en gletsjers (WMO, 2004). De lokale verschillen kunnen worden verklaard door andere oorzaken, zoals verticale verschuivingen van aardplaten en wijzigingen in overheersende windrichting of stromingsrichtingen. In totaal is het globale gemiddelde zeeniveau met zo'n 120 meter gestegen sinds het einde van de laatste ijstijd 20 000 jaar geleden, en met 1 à 2 mm per jaar in de 20<sup>e</sup> eeuw (Defra, 2005). Op sommige plaatsen in Europa werd zelfs de als duurzaam geformuleerde doelstelling van max. 2 cm per decennium al overschreden.

Door de enorme omvang en thermische opslagcapaciteit van de oceanen en de trage reactie van de grote ijskappen aan de polen op de snelle wijzigingen in atmosferische temperaturen, reageert het zeeniveau met een zekere *vertraging* op de versnelde temperatuurstoename in de 20<sup>e</sup> eeuw. Pas recent kwamen Church & White (2006) tot de conclusie dat het globale gemiddeld zeeniveau in de periode 1870-2004 met 19,5 cm is toegenomen, dat de gemiddelde toename 1,7 mm per jaar bedroeg in de 20<sup>e</sup> eeuw, én dat er sinds de jaren 50 een significante *versnelling* van de wereldwijde zeespiegelstijging met 0,013 mm per jaar is ingezet. Inmiddels zit de jaarlijkse zeespiegelstijging al aan 3 mm per jaar en meer.

Ook aan de *Belgische kust* wordt een *stijging* van het zeeniveau waargenomen (figuur 2.5). Meerjarige trends kan men afleiden na wegfiltering van verschillende cyclische processen met invloed op het zeeniveau die spelen op tijdschalen kleiner dan 1 jaar: o.a. golven, wind, atmosferedruk en tij. Zo geven metingen in Oostende, waarvoor de langste tijdsreeks bestaat, een gemiddelde stijging aan van 1,7 mm per jaar over de periode 1937-2005. De later opgestarte meetreeksen in Zeebrugge en Nieuwpoort laten zelfs gemiddelde stijgingen van 2,3 en 2,6 mm per jaar zien. Nader onderzoek heeft aangetoond dat die gemiddelde toename de resultante is van een gemiddelde lineaire stijging van 18 cm per eeuw en een golvende beweging met een amplitude van ongeveer 3,5 cm en een terugkeerperiode van 18,61 jaar. Die *schommeling* is een gevolg van de langzame variatie van de hoek tussen aarde, zon en maan. Omwille van het gelijktijdig optreden van die twee fenomenen (de lineaire stijging en de schommeling) is het dus niet zo dat de zee-

spiegel elk jaar gemiddeld een beetje stijgt. Wel wisselen periodes van ongeveer 9,3 jaar zeespiegelstijging af met periodes van ongeveer 9,3 jaar geringere zeespiegeldaling, met als netto resultaat een stijging. De tijdsreeks voor de Belgische kust is nog niet lang genoeg om significante uitspraken te kunnen doen over het al dan niet versnellen van de zeeniveaustijging (Verwaest et al., 2005). Wel kon worden aangetoond dat de stijging sterker is bij hoog- dan bij laagwater.

Figuur 2.5: Evolutie zeeniveau aan de Belgische kust (Oostende, 1937-2005; Nieuwpoort, 1943-2005; Zeebrugge, 1962-2005)



Het zeeniveau wordt uitgedrukt in mm RLR (Revised Local Reference). Daarbij zijn de data van een lokale referentie (voor de Belgische Kust is die de TAW of Tweede Algemene Waterpassing) omgezet t.a.v. het internationaal referentieniveau.

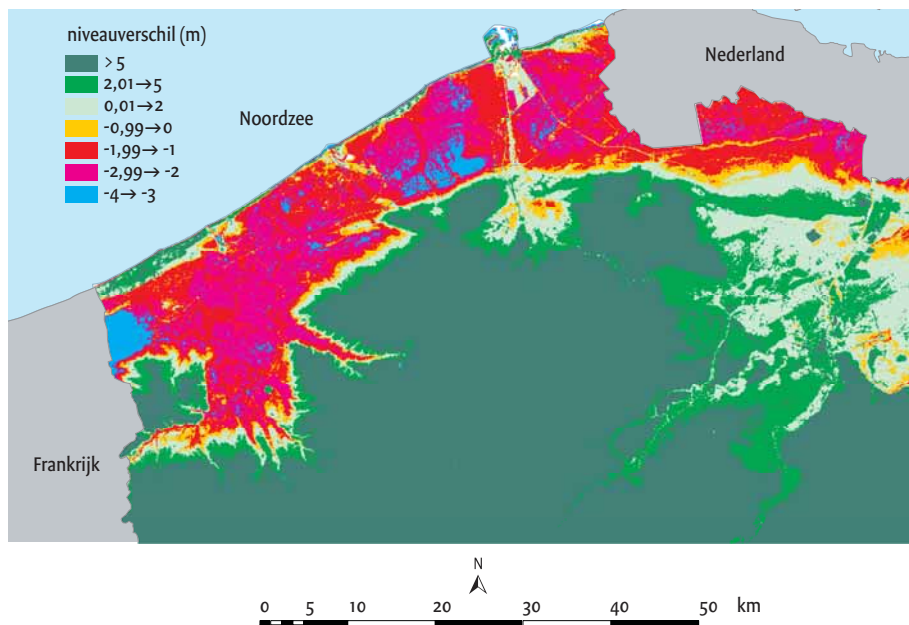
Bron: VMM op basis van Afdeling Kust en PSMSL (2006)

Tegen het eind van de 21<sup>e</sup> eeuw verwacht men onder invloed van de globale opwarming een toename met  $0,5 \text{ m} \pm 0,4 \text{ m}$  ten opzichte van het huidige zeeniveau. De grote foutmarge op die toename is het resultaat van de onzekerheid omtrent de bijdrage afkomstig van het landijs op Groenland en Antarctica (Alley et al., 2005). Doorrekeningen van klimaatmodellen voor Nederland geven een stijging van de zeespiegel in 2050 aan met 15 tot 35 cm t.o.v. 1990. Voor 2100 komen de Nederlandse modellen uit op +35 tot +85 cm. En ook na 2100 verwachten onze noorderburen een aanhoudende zeespiegelstijging (KNMI, 2006).

In totaal ligt bijna 100 000 km<sup>2</sup> van Europa minder dan 5 meter boven het zeeniveau. Dat stemt overeen met 2 % van de oppervlakte van de huidige 20 Europese landen met een kustlijn (EU-lidstaten + kandidaat-lidstaten). Meer dan de helft van die 100 000 km<sup>2</sup> ligt op minder dan 10 km van de kustlijn. *Nederland en België zijn de twee meest kwetsbare Europese landen voor overstromingen t.g.v. een stijgend zeeniveau: meer dan 85 % van het kustgebied ligt er lager dan 5 meter boven het zeeniveau (EEA, 2006).* In Vlaanderen ligt ongeveer 15 % van het oppervlak (Kustzone en Scheldepolders) minder dan 5 meter boven het gemiddeld zeeniveau. In de kustzones van het zuidelijke deel van de Noordzee komen per periode van 50 jaar maximale golfhoogtes voor van 3 meter bovenop het normale zeeniveau: tijdens de stormvloed van 1953 steeg het water in Antwerpen met 2,79 meter.

Dat maakt de Belgische kustzone kwetsbaar (figuur 2.6): de Vlaamse polderstreek en het Oost-Vlaamse krekengebied bevinden zich gemiddeld ca. 2 meter lager dan het niveau van een gemiddelde jaarlijkse storm. Bepaalde komgebieden, zoals de Moeren te Veurne en de Lege Moeren te Meetkerke, liggen zelfs nog 1 à 2 m lager dan dat omliggende niveau (Verwaest et al., 2005).

Figuur 2.6: Berekend niveauverschil tussen het Vlaamse land en de Noordzee tijdens een gemiddelde jaarlijkse storm\*



\* Een gemiddelde jaarlijkse storm komt overeen met een zeeniveau van +5,5 m ten opzichte van het referentieniveau van de Tweede Algemene Waterpassing of TAW.

Bron: VMM op basis van Verwaest et al. (2005)

Naast een toenemend risico op overstromingen en zelfs een direct verlies van land, bedreigt een stijgend zeeniveau de kustzones ook indirect met versterkte erosie, intrusie van zout water in grondwaterwinningen, verstoorde werking van rioleringsystemen in kuststeden met mogelijke gezondheidseffecten, en degradatie van kustecosystemen met verlies van biodiversiteit. Daarnaast komen ook de economische activiteiten langs de kust en de bewoning van kustzones onder druk te staan. Het stijgend zeeniveau zet zich bovendien landinwaarts door langs rivieren die in open verbinding staan met de zee (bv. tot in Gent voor wat de Zeeschelde betreft).

## OVERSTROMINGEN

De basis van overstromingen – neerslag en stijgend zeeniveau – zijn *natuurlijke, niet-controleerbare fenomenen*. Maar het feit of een gegeven neerslaghoeveelheid of hoogwaterstand aanleiding geeft tot overstromingsschade, wordt wel in belangrijke mate bepaald door *menselijke ingrepen*: rechtstrekken van rivieren en supprimeren van natuurlijke overstromingsgebieden, een ontoereikende infiltratiecapaciteit (bv. verharding van oppervlaktes), het vrijmaken van bosbodems stroomopwaarts, de aantasting van de natuurlijke zeewering (duinen) en vooral de bebouwing van gebieden met een hoog overstromingsrisico. Vaak ligt onwetendheid met betrekking tot overstromingsrisico's aan de basis van die ingrepen. Hoe langer geleden de laatste overstroming heeft plaatsgevonden, hoe meer het bewustzijn inzake overstromingen daalt en de aandacht voor onderhoud van bestaande overstromingsbarrières vermindert.

Overstromingen zijn de *meest voorkomende natuurrampen* in Europa en het aantal zware overstromingen<sup>4</sup> is in de periode 1970-2001 significant toegenomen. Tussen 1998 en 2004 werd Europa getroffen door meer dan 100 grote overstromingen. Men verwacht dat zowel het aantal als de intensiteit van de overstromingen nog zal toenemen onder invloed van klimaatverandering (Europese Commissie, 2006). Die overstromingen in de periode 1998-2004 kostten 700 mensen het leven, zo'n half miljoen mensen verloren hun woonst. Het (verzekerde) economisch verlies door die overstromingen bedroeg minstens 25 miljard euro. Overstromingen in de zomer van 2005 (o.a. in Frankrijk, Duitsland en Oostenrijk) hebben die cijfers nog verder de hoogte ingejaagd. En naast maatschappelijke en economische schade kunnen overstromingen ook ernstige gevolgen veroorzaken voor het milieu, bv. wanneer waterzuiveringsinstallaties of fabrieken waar grote hoeveelheden toxische chemicaliën liggen opgeslagen, overlopen.

Alhoewel zich ook in Vlaanderen altijd al overstromingen hebben voorgedaan, valt op dat we vrij *recent heel wat belangrijke overstromingen* gekend hebben: de winters 1993-1994 en 1994-1995, augustus 1996, september 1998, december 1999, februari 2002 en december/januari 2003. Daarbij werden vaak gebieden overstroomd die bij mensenheugenis nog nooit overstroomd waren. Ook blijkt dat overstromingen in Vlaanderen een wijdverspreid fenomeen zijn: tussen december 1993 en maart 2003 deden 241 van de 309 gemeenten in Vlaanderen een beroep op het Rampenfonds voor tussenkomst na overstromingen.

Afzonderlijk bekeken is geen enkele van die overstromingen toe te schrijven aan de klimaatverandering. Maar uit de projecties blijkt wel dat er statistisch gezien een *hoger risico te verwachten* valt onder invloed van klimaatveranderingen in de 21<sup>e</sup> eeuw. Specifiek voor Europa verwacht men de komende decennia een hoger risico op overstromingen met bijkomende economische schade. De oorzaak daarvan is een combinatie van 3 evoluties die nu al aan de gang zijn (EU, 2006):

- zeeniveau en neerslagintensiteit: de klimaatverandering met meer intense neerslagperiodes en een hoger zeewaterpeil zal de omvang en de frequentie van overstromingen waarschijnlijk doen toenemen;

*4 Gedefinieerd als overstromingen waarbij meer dan 10 doden vallen, 100 of meer slachtoffers zijn, internationale hulp wordt gevraagd of de noodtoestand wordt uitgeroepen. De definitie van zware overstromingen is dus gemaakt op basis van de gevolgen, en niet enkel op basis van klimatologische, hydrologische en hydraulische omstandigheden.*

- vertraagde waterafvoer: inadequaat beheer van de stroomgebieden kan leiden tot nieuwbouw in riviervlaktes, met een reductie van de oppervlakte bodem geschikt voor absorptie van overstromingswater tot gevolg;
- verhoogde schadegevoeligheid: de potentieel overstroombare gebieden kennen een steeds hogere bevolkingsdichtheid en ook het aantal bedrijven en industriële installaties in die gebieden blijft toenemen.

Klimaatverandering is dus maar één van de factoren die het aantal – en de schade ten gevolge van – overstromingen bepalen. Het effect ervan op het totale risico is veel kleiner dan de wijzigingen in bodemgebruik, bevolkingsaantallen enz. Anderzijds is voor onze kust ook berekend dat bij een zeespiegelstijging van een halve meter de overstromingsrisico's al met een factor 10 toenemen wanneer strand en vooroevers niet gelijktijdig opgehoogd worden (Verwaest et al., 2005).

Bij een stijgend zeeniveau is het belangrijk zicht te hebben op de mate waarmee de natuurlijke zeevering vanzelf zal aangroeien of eroderen. Elke verandering in zeeniveau kan immers het patroon van stroming en golfinslag wijzigen, waardoor ook de afzetting of het wegspoelen van zand op het strand evolueert. Nu al voorziet het Vlaamse Gewest in het *compenseren van een zeespiegelstijging* met een structurele verhoging en versterking van de zeevering. Dat kan het best door zandtoevoer op het strand en op de vooroever. Die maatregel is heel wat minder complex en bovendien goedkoper en meer flexibel dan de aanpassing van zeedijken. Om één kilometer kust zodanig te beschermen dat de overstromingsrisico's niet toenemen, is een toevoervolume nodig in de grootteorde van 100 000 m<sup>3</sup> zand per 10 cm zeespiegelstijging. In een gemiddeld scenario van zeespiegelstijging (+60 cm tegen het jaar 2100) betekent dat voor onze 65 km lange kustlijn dat er in de loop van de 21<sup>e</sup> eeuw structurele verstevigingen van onze zandige kust gerealiseerd dienen te worden met een volume van 40 miljoen m<sup>3</sup>. Dat komt overeen met een gemiddelde jaarlijkse aanvoer van 400 000 m<sup>3</sup> zand ( $\pm$  40 000 vrachtwagens) of driemaal de huidige zandtoevoer (Verwaest et al., 2005).

Naast de dreiging die uitgaat van een stijgend zeeniveau, zal ook het wijzigend neerslagpatroon in België het risico op overstromingen doen toenemen. De neerslagtoename verwacht voor de wintermaanden zou periodiek het *grondwaterniveau* doen stijgen. Dat zou gedeeltelijk het risico op droogte in de zomermaanden kunnen compenseren. Maar op enkele specifieke locaties in België zal een toename van de grondwatertafel aanleiding geven tot wateroverlast; namelijk in de streken met oude steenkoolmijnen. Doorrekening van verschillende klimaatscenario's geeft voor de wintermaanden ook een *verhoogd debiet* aan voor onze *rivieren*: een toename met 4 tot 28 % tegen 2100. Uit berekeningen voor de Schelde blijkt dat het effect daarvan op de waterstanden van de Beneden-Zeeschelde gering zal zijn. Maar voor de Schelde stroomopwaarts van Dendermonde zou dat wel tot een toename van overstromingen kunnen leiden, zeker wanneer die verhoogde rivierafvoer valt in een periode van waterverzadigde bodems (AWZ, 2000).

Geen enkele maatregel is in staat te garanderen dat overstromingen uitgesloten zijn. Rekening houdend met vaker voorkomende extreme waterstanden en debieten, kan dan ook het meeste heil verwacht worden van een *beperking van de negatieve gevolgen* van

overstromingen. Als het water niet meer in de rivier geborgen kan worden, kunnen de overstromingen best daar plaatsvinden waar dat op een gecontroleerde manier kan gebeuren en waar de schade het kleinst is. Als er dan een uitzonderlijke gebeurtenis plaatsvindt, is iedereen het best voorbereid. Het risico gevoelig doen dalen kan door de gevolgen te beperken: een ruimtelijke ordening die rekening houdt met de ligging van laaggelegen gebieden en daar dan ook geen schadegevoelige constructies en activiteiten toelaat, is daarvan het belangrijkste voorbeeld. Lokaal beschermen van schadegevoelige constructies (bv. met ringdijkjes) kan een belangrijke tussenoplossing zijn. Het creëren van een groter *maatschappelijk draagvlak* is daarvoor noodzakelijk, doch niet evident. Vele gebieden die gevoelig zijn voor wateroverlast, zijn in het dichtbevolkte Vlaanderen woonzone of industriegebied geworden. Wel worden er beleidsinitiatieven ontwikkeld om een, vanuit het oogpunt van wateroverlast, betere ruimtelijke ordening te bekomen. Het bekendste voorbeeld is de watertoets die ondertussen van kracht is.

Een *studie in het bekken van de Zeeschelde* leert dat kleine variaties in extreme waterstanden van rivieren slechts een beperkt effect hebben op het overstromingsrisico (Vanneuville et al., 2006). Eens een drempel overschreden, worden de verschillen wel significant. Maar door bijvoorbeeld een combinatie van verdieping en verruiming, kleine ontpolderingen en het aanleggen van enkele grote gecontroleerde overstromingsgebieden (totaal +/- 3 000 ha) kan het risico herleid worden tot 25 % van de actuele waarde. Ondanks het feit dat klimaatveranderingen het effect van die ingrepen langzaam tenietdoen, blijven die ingrepen het risico in belangrijke mate reduceren. Een kosten-batenanalyse moet dan een afweging maken tussen de kostprijs voor bouw en onderhoud van die ingrepen enerzijds en de maatschappelijke haalbaarheid ervan anderzijds. Dat kan gebeuren tijdens de uitwerking van een *Vlaams adaptatieplan* zoals voorzien het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006-2012.

Voor een meer volledige beschrijving van de aanpak van de overstromingsproblematiek in Vlaanderen, verwijzen we naar hoofdstuk 6 Waterhuishouding.

**MEER INFORMATIE OVER  
KLIMAATVERANDERING EN ENERGIE  
OP [WWW.MILIEURAPPORT.BE](http://WWW.MILIEURAPPORT.BE).**

## REFERENTIES

Alley R., Clark P.U., Huybrechts P. & Joughin I. (2005) Ice sheets and sea-level change, *Science*, 310, 456-460.

AWZ (2000) Onderzoek exogene factoren – Lange Termijn Visie Westerschelde / Cluster Morfologie, Model 611, Waterbouwkundig Laboratorium.

Church J. A. & White N. J. (2006) A 20th century acceleration in global sea-level rise, *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, L01602, doi: 10.1029/2005GL024826.

Defra (2005) Charting Progress: An Integrated Assessment of the State of UK Seas, PB 9911, Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.

EEA (2006) Vulnerability and adaptation to climate change in Europe, EEA Technical report No. 7/2005, ISBN 92-9167-814-7, Kopenhagen, Denemarken.

EU (2006) Environment: Commission adopts new directive to fight floods, IP/06/5, Brussel.

Europese Commissie (2006) Voorstel voor een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad over overstromingsbeoordeling en -beheer, SEC (2006) 66 - 2006/2005 (COD), Brussel.

Frei C., Schöll R., Fukutome S., Schmidli J. & Vidale P. L. (2006) Future change of precipitation extremes in Europe: Intercomparison of scenarios from regional climate models, *J. Geophys. Res.*, 111, D06105, doi:10.1029/2005JD005965.

KNMI (2006) Klimaat in de 21ste eeuw: vier scenario's voor Nederland.

Nationale Klimaatcommissie (2006) Vierde Belgische Nationale Mededeling onder het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake Klimaatverandering, D/2006/2196/5, Brussel.

Point Carbon (2006) Carbon Market Europe.

PSMSL (2006) [http://www.pol.ac.uk/psmsl/psmsl\\_individual\\_stations.html](http://www.pol.ac.uk/psmsl/psmsl_individual_stations.html).

Van Damme (2003) Regent het nu meer dan vroeger? Een onderzoek van ruim 100 jaar neerslaggegevens uit Ukkel, H<sub>2</sub>O, 4/2003, 24-27.

Vanneuville W., Maddens R., Collard C., Bogaert P., De Maeyer Ph. & Antrop M. (2006) Impact op mens en economie t.g.v. overstromingen bekeken in het licht van wijzigende hydraulische condities, omgevingsfactoren en klimatologische omstandigheden, UGent, Vakgroep Geografie, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, [www.milieुरapport.be](http://www.milieुरapport.be).

Verwaest T., Viaene P., Verstraeten J. & Mostaert F. (2005) De zeespiegelstijging meten, begrijpen en afblokken, *De Grote Rede* 15, 15-25.

VITO (2005) Prognoses voor hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling tot 2020, studie uitgevoerd in opdracht van VEA.

VITO (2006) WKK-inventaris Vlaanderen – stand van zaken 2005, studie uitgevoerd in opdracht van VEA.

WMO (2004) Sea-level rise - an update, *World Climate News*, No. 25, 11, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.

## LECTOREN

**Kris Bachus**, *R.U. Leuven*

**Veerle Beyst**, *Studiedienst Vlaamse Regering*

**Willy Bontinck**, *NMBS-Holding*

**Ann Braekevelt**, *OVAM*

**Bram Claeys**, *Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw*

**Donaat Cosaert**, *viWTA, Vlaams Parlement*

**Miet D'heer**, *VMM*

**Luc De Bruyn**, *NARA, INBO*

**Bert De Wel**, *Minaaraad*

**Luk Deurinck**, *Belgische Petroleum Federatie vzw*

**Nadine Dufait**, *VEA*

**Chris Dutry**, *Gezinskrant De Bond*

**Marc Duyck en Jacques Wirtgen**, *KINT*

**Patricia Grobben**, *Afdeling Lucht, Hinder, Milieu en Gezondheid, Departement LNE*

**Gwen Huyge**, *Electrabel nv*

**Koen Maeghe**, *nv De Scheepvaart*

**Guy Maes**, *Hogeschool West-Vlaanderen*

**Inneke Peersman**, *Nuon Belgium nv*

**Paul Schreurs**, *IWT*

**Bruno Van Zeebroeck**, *Transport & Mobility Leuven*

**Martine Vanderstraeten**, *POD Wetenschapsbeleid*

**Steven Vanholme**, *Natuurpunt*

**Carine Vanoeteren**, *Bayer Antwerpen Comm.V*

**Axel Verachtert**, *Afdeling Milieu-, Natuur- en Energiebeleid, Departement LNE*