



2. EERDERE EVOLUTIE VAN HET KLIMAAT IN HET BRUSSELS GEWEST - TEMPERATUUR EN NEERSLAG

Aan de hand van de statistische analyses van de lange reeksen klimatologische waarnemingen in Brussel-Ukkel, zullen wij proberen op een eenvoudige manier te antwoorden op een aantal veelvoorkomende vragen (onder andere over de neerslaghoeveelheden):

- 1) Wordt een klimaatopwarming waargenomen ?
- 2) Regent het meer dan vroeger ?
- 3) Komen intense en overvloedige neerslaghoeveelheden (onweders) frequenter voor ?
- 4) Zijn de extreme waarden van de neerslaghoeveelheden verhoogd ?

Vooraleer een overzicht te geven van de belangrijkste resultaten tot op vandaag, geven wij eerst een woordje uitleg over de klimatologische metingen die sinds de 19^e eeuw in de Brusselse Regio worden uitgevoerd en over de recente klimaatwaarnemingen te Ukkel.

1. Klimatologische metingen

De langste reeksen van klimatologische waarnemingen in België komen overeen met de waarnemingen die op een regelmatige wijze in de Brusselse Regio worden uitgevoerd sedert 1833, aanvankelijk in Sint-Joost (Observatorium van België) en vanaf 1886 in Ukkel, toen het Observatorium verplaatst werd naar de zuidelijke periferie van de stad waar de omgeving meer geschikt was voor de astronomische waarnemingen. In de loop van de laatste decennia heeft R. Sneyers een gedetailleerde analyse uitgevoerd van de maandelijkse waarden van verschillende meteorologische parameters (o.a. temperaturen en neerslaghoeveelheden) en na de nodige correcties werden op die manier de - over deze tijdsspanne - best mogelijke homogene reeksen bekomen.

De pluviometrische waarnemingen in Ukkel gebeuren sedert 1886 met behulp van een manuele pluviometer die dagelijks rond 08.00 uur 's morgens door een waarnemer wordt geleidigd en gemeten. Het toestel zelf is omringd door een kegel van Nipher (Nipher conus), genoemd naar de uitvinder zelf, om het effect van het windveld op de metingen zo veel mogelijk te beperken. (zie figuur 2.1).

Figuur 2.1 : De manuele pluviometer P50 te Ukkel waarvan de dagelijkse metingen 's morgens dienen om de totale dagelijkse neerslagen te controleren

Bron : KMI, 2006

De meting van de gevallen hoeveelheid neerslag wordt verwezenlijkt door de opvangfles van de neerslag te ledigen in een nauwkeurig gegraduateerd maatglas (een meting tot op een 1/10 mm of 1/10 l/m²). Bij sneeuwval wordt de opvangfles en de trechter vervangen door een nivometer met een opening gelijk aan deze van de pluviometer maar die een betere opvang van de sneeuwvlokken toelaat.



Vanaf 1898 werd in het klimatologische park te Ukkel een pluviograaf geplaatst nabij de manuele pluviometer (zie figuur 2.2). Dit apparaat met sifon heeft sindsdien een continue registratie op papier opgeleverd. Door de dagelijkse ontcijfering van deze registraties beschikt het KMI vandaag de dag over



een unieke reeks neerslagwaarnemingen met een hoge frequentie (per 10 minuten) van meer dan 100 jaar, sinds het einde van de 19^{de} eeuw. Door de analyse van deze gegevens kunnen ondermeer de IDF (Intensiteit-Duur-Frequentie) krommen van het station in Ukkel worden berekend, maar ook eventuele variaties van de neerslaghoeveelheden over verschillende tijdsintervallen worden bestudeerd.

Figuur 2.2: In het midden de pluviograaf met sifon van het type Hellmann-Fuess. De neerslaghoeveelheden worden continu geregistreerd op een formulier, geplaatst op een cilinder die continu draait over één dag (u ziet een voorbeeld van een registratie rechts op de foto). Het formulier moet vervolgens ontcijferd worden om de archivering van de gegevens per 10 minuten toe te laten. Links staat een reserve pluviograaf en op de achtergrond een aantal thermometerhutten waarin dagelijkse metingen van de temperatuur worden uitgevoerd

Bron : KMI, 2006



2. Het gemiddelde recente klimaat in Ukkel

Om het klimaat in een weerstation in een bepaalde periode te karakteriseren, is het gebruikelijk om de statistieken te berekenen over 30 jaar (dit is wat men noemt de berekening van de klimatologische «normalen»). Het gebruik van een dergelijke reeks gegevens is nodig om rekening te houden met de variabiliteit van het klimaat van jaar tot jaar en tezelfdertijd, aangezien de periode niet te lang is, laat dit toe, althans dat hoopt men, de hypothese te maken van een relatief stationair klimaat.

Sinds januari 2021 is de referentieperiode voor het berekenen van de normalen de periode 1991-2020. Deze normalen werden in januari 2021 herberekend om een beter beeld te geven van het recente klimaat.. Tabel 2.3 toont een selectie van de beschikbare normalen voor Ukkel voor de periode 1991-2020.

Tabel 2.3 :

Bron : KMI, 2021

Berekende klimatologische normalen voor het station van Ukkel tijdens de periode 1991-2020													
Bron: KMI, 2021													
	JAN	FEB	MAA	APR	MEI	JUNI	JULI	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	JAAR
T gemiddeld (°C)	3,7	4,2	7,1	10,4	13,9	16,7	18,7	18,4	15,2	11,3	7,2	4,3	11,0
Aantal zomerdagen (Tmax ≥ 25°C)	0,0	0,0	0,0	0,7	2,9	5,7	10,1	8,0	2,3	0,2	0,0	0,0	29,9
AD met onweer	3,6	4,1	4,4	8,1	12,3	11,8	13,2	14,2	7,5	6,3	4,0	3,8	93,3
Neerslagtotaal (mm)	75,5	65,1	59,3	46,7	59,7	70,8	76,9	86,5	65,3	67,8	76,2	87,4	837,1
AD met neerslag (≥ 0,1 mm)	18,9	16,9	15,7	13,1	14,7	14,1	14,3	14,3	14,1	16,1	18,3	19,4	189,8
<i>T : Temperatuur</i>													
<i>AD : Aantal dagen per maand of per jaar gedurende dewelke een fenomeen of een waarde werd waargenomen</i>													



Bij nader onderzoek kunnen uit de tabel de volgende karakteristieken worden afgeleid:

- De jaarlijkse thermische amplitude bedraagt 15°C.
- Tussen mei en augustus is de frequentie van de onweders zeer vergelijkbaar. Deze frequentie is lichtjes hoger tijdens de maand juli. De correlatie van deze frequentie met het aantal dagen waarop de maximale temperatuur van 25°C wordt bereikt, is niet zeer hoog. Dit kan verklaard worden door de verschillende types van onweders die zich in onze streken kunnen voordoen (het is vooral tijdens de zomerperiode dat er warmteonweders optreden terwijl tijdens de lente, de onweders eerder van het frontale type zijn).
- De neerslaghoeveelheden vertonen geen duidelijk afgelijnde seizoenscyclus. Meestal is de koudste periode van het jaar (november tot maart) nauwelijks natter dan de warmste periode (mei tot september).
- Globaal bekeken is de frequentie van het aantal neerslagdagen tijdens de koudste periode van het jaar hoger dan tijdens de warmste periode.

3. Evolutie van het klimaat te Brussel

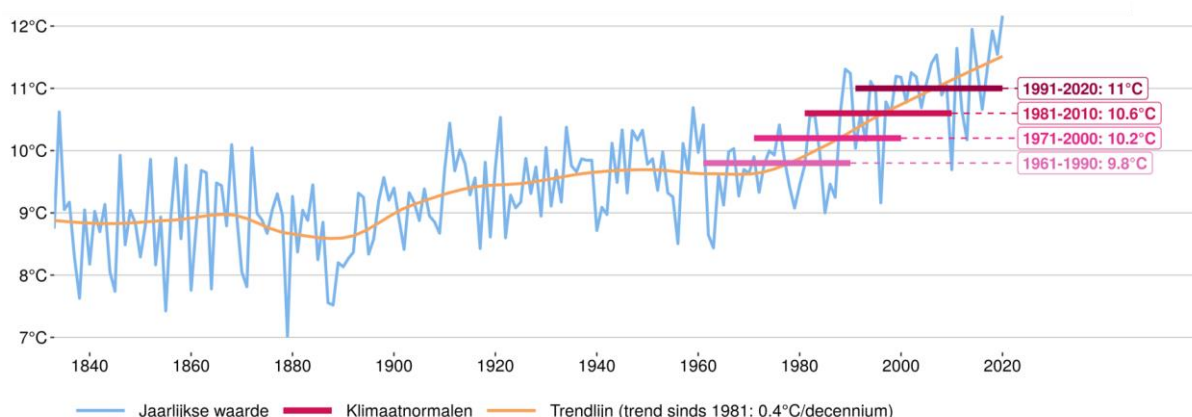
Het KMI bestudeerde de waarnemingsreeksen voor het Brussels Gewest op schaal van een eeuw in zijn rapport « Oog voor het klimaat » (2008, bijgewerkt in 2015), en het « Klimaatrapport 2020 ». U vindt de resultaten in de hier volgende punten

3.1. Evolutie van de gemiddelde parameters

- De **temperatuur** vertoonde een eerste, relatief abrupte stijging rond 1910 in de winter, in de lente en globaal voor het jaar en rond 1925-1930 in de zomer en in de herfst. Een tweede, abrupte opwarming deed zich voor in het begin van de jaren 1980 in de zomer en op het einde van deze decade in de winter, in de lente en voor het ganse jaar (zie figuur 2.4). In beide gevallen bedroeg de verhoging van de jaarlijkse temperatuur ongeveer 1°C. De eerste opwarming had hoofdzakelijk te maken met een stijging van de maximale temperaturen terwijl bij de tweede opwarming er een zeer opmerkelijke stijging optrad van zowel de minimale als de maximale temperaturen, met een gemiddelde toename van 0,4 °C per decennium. Sinds 1981 wordt een geleidelijke temperatuurstijging geregistreerd, en de klimaatnormalen (berekend over 30 jaar) blijven stijgen.

Figuur 2.4 : Gemiddelde jaartemperatuur in Sint-Joost-ten-Node/Ukkel periode 1833 tot 2020

Bron : KMI, 2021



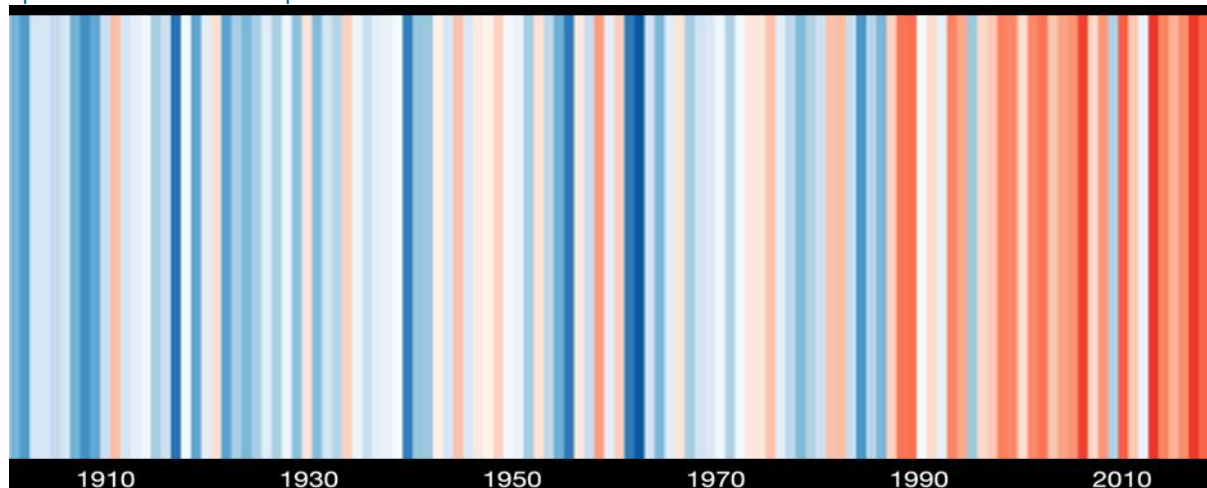
Wat betreft het recente verleden, observeren we een aanzienlijke gemiddelde opwarming van +0,38°C per decennium sinds 1981, waardoor de evolutie van de temperaturen geleidelijker is dan tijdens de 2 grote fasen van de 19^e en 20^e eeuw. De opwarming van de laatste decennia wordt nog frapperanter als we zien dat alle 20 warmste jaren tussen 1833 en 2019 werden vastgesteld na 1988, en dat **14 van die warmste jaren an 2000 vielen**. Het jaar 2020 was het warmste jaar ooit gemeten sinds het begin van de waarnemingen in Ukkel, met een gemiddelde temperatuur van 12,2°C (voor een normaal van 10,6°C), net boven de jaren 2014 en 2018 (wanneer de gemiddelde jaartemperatuur 11,9 °C bereikte).



Figuur 2.5 : Gemiddelde jaartemperatuur in België van 1901 tot 2020.

Bron: <http://berkeleyearth.lbl.gov/regions/belgium>, 2020

Opmerking: De koudste temperaturen zijn aangeduid in het donkerblauw en de warmste in het donkerrood, ten opzichte van de referentieperiode 1971-2000.

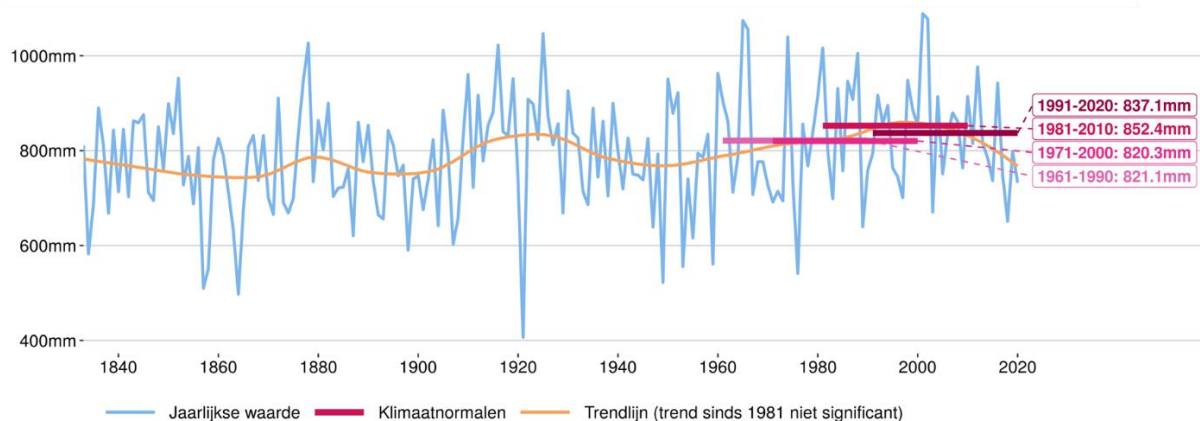


Seizoenstemperaturen zijn ook een goede indicator voor de algemene opwarming van de temperatuur in België. Zo is de warmste winter die van 2006-2007, met een gemiddelde seizoenstemperatuur van 6,6°C, 3°C hoger dan het seizoensgemiddelde sinds 1833 (3,6°C). Daarna komt de winter van 2015-2016, en op de derde plaats de winter van 2019-2020 (6,3°C). Qua zomertemperaturen staat zomer 2019 ook op de derde plaats wat betreft de hoogste temperaturen (19,1 °C voor een normale waarde van 17,6 °C), en vertegenwoordigt bovendien het 5e opeenvolgende jaar met minstens één hittegolf (er waren 3). De vorige langste serie kwam voor tussen 1921 en 1923, en de enige andere keer dat er meer hittegolven waren in één zomer was in 1947 (4 hittegolven) (zie ook §3.2. Evolutie van specifieke parameters).

Voor de neerslaghoeveelheden levert het onderzoek van de gegevens minder significante resultaten op (hetgeen deels kan verklaard worden door de grote variabiliteit van de neerslaghoeveelheden in onze streken). Sinds de 19e eeuw is het jaarlijkse neerslagtotaal toch toegenomen in de orde van 7%. Deze stijging is in dit geval ook verbonden aan een statistisch zeer significante "sprong", gedetecteerd rond 1910 (zie figuur 2.5). De neerslaghoeveelheden tijdens de winter vertonen eveneens een stijging, tussen de eerste 30 jaar van de serie en de laatste 30 (+31%). De neerslag in de lente daarentegen vertoont geen significante trend op lange termijn, maar wel een licht dalende tendens (ongeveer -9 mm per decennium) sinds 1981.

Figuur 2.6 : Jaarlijkse hoeveelheid neerslag in Sint-Joost-ten-Node/Ukkel periode 1833 tot 2019

Bron : KMI, figuur uit het rapport "Klimaatrapport 2020"





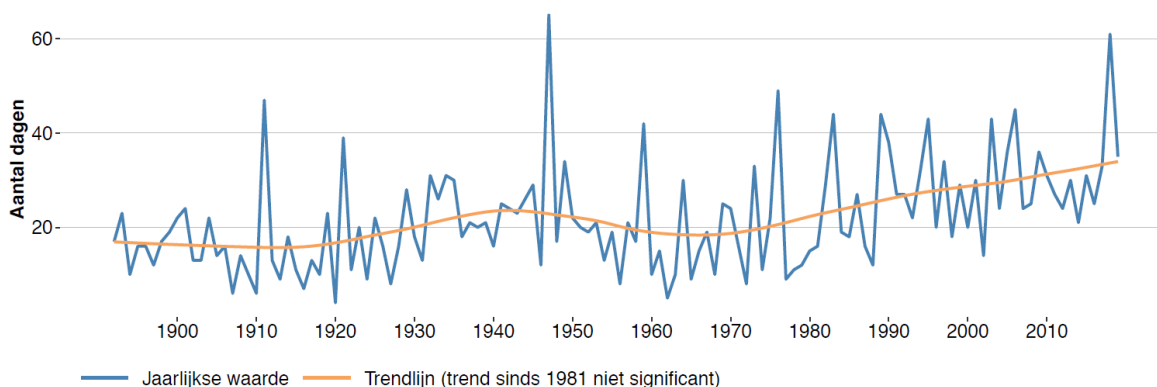
- Het **aantal dagen met neerslag** (ten minste 1 mm) toont geen duidelijke tendens sinds het begin van de 20^{ste} eeuw. Recent valt het wel op dat er tijdens de jaren 1990 en de jaren 2000, dus sinds de opwarming van het einde van de jaren 1980, gemiddeld relatief weinig neerslag is gevallen. Op het niveau van de seizoenen is het aantal dagen met neerslag tijdens de lente significant toegenomen in het midden van de jaren 1960. De gemiddelde neerslagintensiteit (neerslaghoeveelheid per dag met neerslag) is op een relatief abrupte wijze gestegen tijdens de winter van 1978 en in 1985 over het ganse jaar.
- Het **aantal dagen met winterse neerslag** in Ukkel is zéér variabel van jaar tot jaar. Sinds de opwarming van het einde van de jaren 1980 sneeuwt het meestal minder in Ukkel dan in het verleden. Tijdens dezelfde periode is het aantal dagen met een sneeuwbedekking op de bodem in Ukkel meestal zéér laag.

3.2. Evolutie van specifieke parameters:

- De evolutie van de temperaturen tijdens de laatste honderd jaar wijst eveneens op een onbetwistbare daling van het **aantal vorstdagen** sinds het begin van de 20^{ste} eeuw en met een zeer duidelijke abrupte sprong rond 1970. Een vorstdag heeft een minimumtemperatuur beneden de 0°C. De evolutie van de datums van de eerste en de laatste vorstdag is coherent met de stijging van de temperaturen: de eerste vorstdag valt steeds later in het jaar en de laatste vorstdag steeds vroeger.
- Evenzo heeft de sneeuwval sterk afgenomen, met een gemiddelde van 27 dagen per jaar tussen 1901 en 1930 en 17 dagen per jaar gedurende de afgelopen 30 jaar. Het begin van het sneeuwseizoen (gedefinieerd als de eerste dag van het jaar met een dikte van de sneeuwbedekking van minstens 1 cm) is tot 60 dagen vertraagd tussen 1959 en 2010 terwijl het einde van het seizoen met ongeveer 60 dagen wordt vervroegd, waardoor de lengte van het sneeuwseizoen sterk wordt gereduceerd. De sneeuwdikte is ook sterk verminderd, met tussen de 5 en 10 cm minder in de Ardennen, en een vermindering van meer dan 15 cm op het plateau van de Hoge Venen.
- Sinds het begin van de 20^{ste} eeuw was er gemiddeld bijna elk jaar één **koudegolf**. De koudegolf wordt gedefiniëerd als zijnde een periode van 5 opeenvolgende dagen gedurende dewelke de minimumtemperatuur elke dag negatief is en de maximumtemperatuur minstens drie keer ook negatief is. Hoewel de frequentie van koudegolven sterk varieert van jaar tot jaar sinds 1901, lijken deze met een duidelijke sprong af te nemen in het begin van de jaren 1970.
- Meer nog, na de opwarming van de jaren 1980, is het **jaarlijkse aantal zomerdagen** (dit zijn dagen waarop de maximale temperatuur minimum 25° bedraagt) toegenomen. Bovendien is ook het **jaarlijkse aantal hittedagen** (dagen waarop de maximale temperatuur gelijk is aan of hoger ligt dan 30°C) toegenomen. Nochtans werden gelijkaardige waarden reeds waargenomen tijdens de jaren 1940 (zie figuur 2.7). Ook voor deze twee parameters is er een grote variabiliteit op schaal van enkele decennia.

Figuur 2.7 : Jaarlijks aantal zomerdagen in Ukkel tijdens de periode 1892-2019 (Tmax ≥ 25°C)

Bron: KMI, figuur uit het rapport "Klimaatrapport 2020"

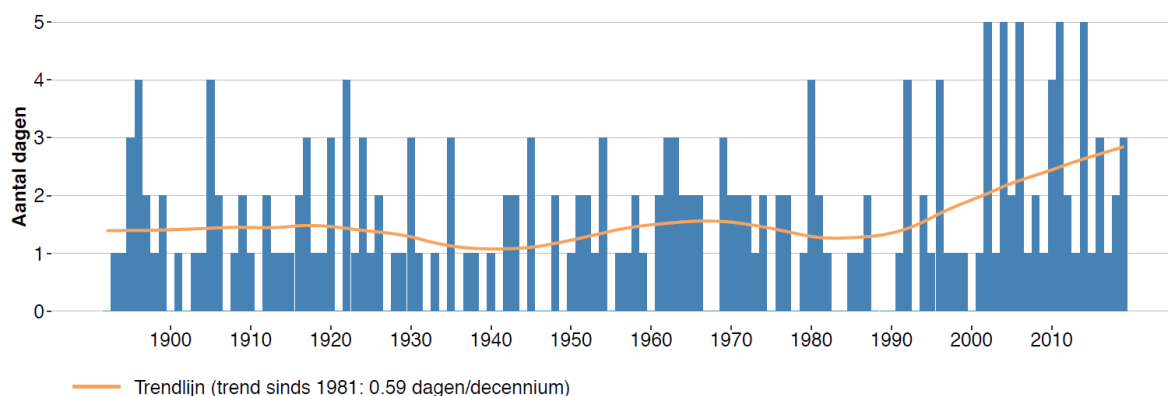




- Sinds het begin van de 20^{ste} eeuw stellen wij vast dat **een hittegolf** gemiddeld elke 3 à 4 jaar voorkomt. De hittegolf wordt zoals een koudegolf gedefiniëerd als zijnde een periode van 5 opeenvolgende dagen waarbij elke dag een zomerdag is en de maximumtemperatuur minstens drie keer de 30°C bereikt of overtreft (i.e. hittedag). Hoewel de frequentie van hittegolven van jaar tot jaar belangrijke schommelingen kent sinds 1901, is er een significante stijging rond het begin van de jaren 1990. Vanaf 1981 vertonen de 3 karakteristieke parameters van een hittegolf (frequentie, intensiteit en duur) een significant opwaartse trend, waaronder ten minste één hittegolf voorkomt per jaar tussen 2015 en 2020 (een primeur sinds 1892).
- Voor het station van Ukkel werd voor de periode 1892-2019 ook gekeken naar het **aantal dagen tijdens de zomermaanden juni-juli-augustus met een dagelijkse neerslaghoeveelheid van ten minste 20 mm** (zie figuur 2.8). Er schijnt zich een significante stijgende tendens af te tekenen sinds de jaren 2000 : de vijf hoogste waarden in deze reeks werden na 2001 waargenomen.. en sinds 1981 is er een aanzienlijke gemiddelde toename van +0,6 dagen met zware neerslag per decennium.

Figuur 2.8 : Aantal dagen tijdens de zomer (juni tot augustus) waarop de neerslaghoeveelheden in Ukkel 20 mm of meer bereikten, periode 1892-2019

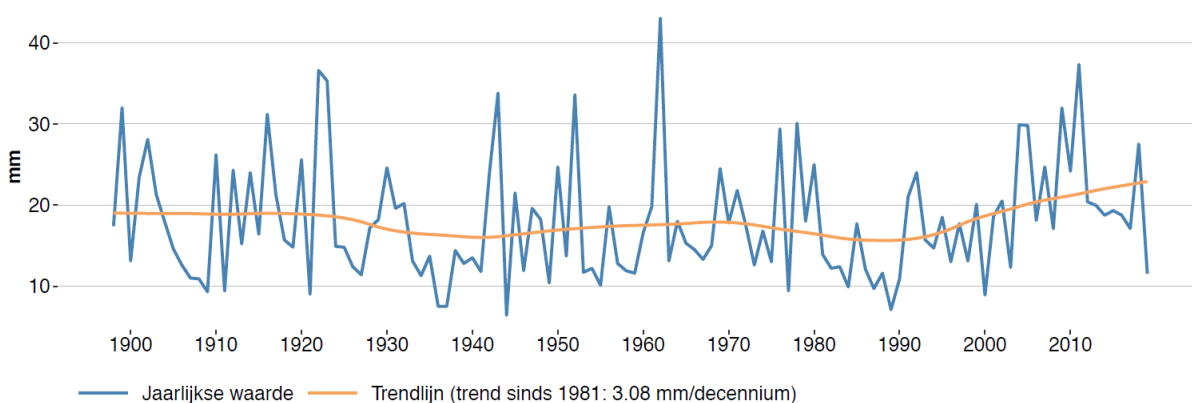
Bron: KMI, figuur uit het rapport "Klimaatrapport 2020"



- Het onderzoek van de 100-jarige pluviografische meetreeks te Ukkel toont aan dat de **jaarlijkse extreme neerslaghoeveelheden** zéér significant verhoogd zijn, tenminste als men hiervoor de gecumuleerde hoeveelheden over een periode langer dan een week beschouwt, die meestal in de winter voorkomen. Deze parameter toont een gemiddelde stijgende trend met ongeveer 2 mm per decennium, met een duidelijke sprong op het einde van jaren 1970. Voor kortere perioden (tussen 1 uur en 2-3 dagen), is er op lange termijn geen significante trend in de jaarlijkse extremen (zie figuur 2.9). We zien daarentegen wel een opmerkelijke stijgende trend sinds 1981, met een gemiddelde toename van +3 mm per decennium.

Figuur 2.9 : Jaarlijkse maximale neerslaghoeveelheid gevallen in één uur in Ukkel periode 1898 tot 2019

Bron: KMI, figuur uit het rapport "Klimaatrapport 2020"





4. Conclusie

De lange waarnemingsreeksen van Sint-Joost-ten-Node/Ukkel laten toe de klimaatveranderingen aan te tonen op een honderdjarige basis en in het bijzonder een opwarming in twee stappen (in het begin en op het einde van de 20^{ste} eeuw). Recentere trends wijzen ook op de grotere frequentie van hittegolven, die sinds 2015 bijna regelmatig zijn geworden.

Wat de neerslaghoeveelheden betreft zijn de wijzigingen minder significant. Gemiddeld is de hoeveelheid en de intensiteit van de neerslaghoeveelheden voor duurtijden van minstens enkele dagen toegenomen tussen het begin en het einde van de 20^{ste} eeuw (hoofdzakelijk de winterse neerslag). Er is ook een aanzienlijke stijging geweest in de frequentie van overvloedige neerslaghoeveelheden op korte tijdsduren (hoofdzakelijk onweersbuien tijdens de zomer).

Het intuïtieve gevoel dat de onweersverschijnselen manifest zouden zijn toegenomen, zowel in intensiteit als in frequentie, wordt niet bevestigd door de analyse van de beschikbare, historische gegevens tot 2019, niet alleen voor het Brussels Gewest maar ook niet voor het ganse Belgische grondgebied. Dit kan allicht verklaard worden door het feit dat er geen onderscheid wordt gemaakt tussen het onweersverschijnsel op zich en zijn impact op een evoluerende omgeving.

Bronnen

1. BESSEMOULIN, P. (ed), 2005. The Climate of Europe. European Climate Support Network Project, Atlas climatologique européen sur support informatique, 3 CD Roms (beschikbaar via het KMI).
2. BROUYAUX, F. et al., 2004. La Belgique au fil du temps. Les événements météorologiques marquants du vingtième siècle en Belgique. IRM et le Roseau vert (eds), 223 pp.
3. SNEYERS, R. et VANDIEPENBEECK, M., 1995. Notice sur le climat de la Belgique. IRM, Publication scientifique et technique N° 2, 62 pp.
4. VANDIEPENBEECK, M., 1996. Détection pratique de changement de climat dans le cas d'une alternative au caractère aléatoire. Publication de l'Association Internationale de Climatologie 1995, volume 8, pp. 116-124.
5. VANDIEPENBEECK, M., 1997. Fluctuations récentes dans les séries climatiques de Bruxelles-Uccle (Belgique). Publication de l'Association Internationale de Climatologie 1996, volume 9, pp. 528-535
6. KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË (KMI), mei 2015. "Oog voor het klimaat". 87 pp. Beschikbaar op: http://www.meteo.be/resources/20150508vigilance-oogklimaat/vigilance_climatique_IRM_2015_WEB_NL_BAT.pdf
7. KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË (KMI), 2020. "Klimaatrapport 2020 – Van klimaatinformatie tot klimaatdiensten". 92pp. Beschikbaar op https://www.meteo.be/resources/misc/climate_report/KlimaatRapport-2020.pdf

Andere te raadplegen fiches

Thema « Klimaat »:

- 1. Opvolging en voorspelling van de pluviometrie in het Brussels gewest

Auteur(s)

Sandrine DAVESNE, volgens TRICOT Christian en BROUYAUX François (KMI)

Update : RONSMANS Gaétane

Datum van update : Januari 2021