

Hoe bijenvolken de loodregen na de brand van de Notre Dame in kaart brachten

Tekst J. van der Steen, AlveusAB Consultancy Nederland

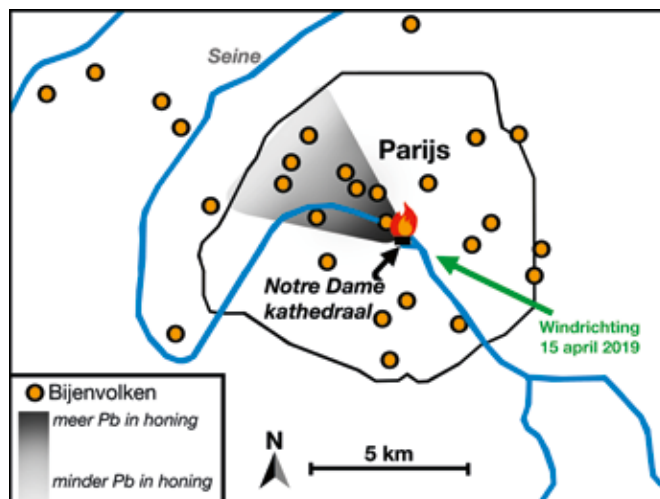
Honingbijen zijn goede bio-verzamelaars van verontreinigingen. Ze worden over de hele wereld gehouden en met het juiste gereedschap en hulp van de bijenhouders kan een wereldwijd netwerk worden gemaakt waarmee verontreinigingen in kaart worden gebracht. Dit jaar verscheen een interessant voorbeeld van een dergelijke studie (Smith e.a., 2020). Het artikel gaat over de verwachte milieuverontreiniging door lood in Parijs na de brand van de Notre Dame-kathedraal op 15 april 2019 en of die met behulp van honingbijen in kaart kan worden gebracht.

De Notre Dame-kathedraal in Parijs had een dak van honderden tonnen lood. Zoals we allen gezien hebben is het dak er niet meer. Het meeste lood is bij de brand gesmolten. Lood smelt bij 327,5 °C en verdampt bij 1700 °C. Omdat de hoogste temperatuur bij de brand ongeveer 1200 °C was, is het lood gesmolten en niet verdampt. Een schatting van de oorspronkelijke hoeveelheid lood op het dak en wat er teruggevonden is in en rond de kathedraal na de brand laat zien dat er ongeveer 180 ton (= 180.000 kg) lood zoek is. Dit lood is in de vorm van aerosolen de lucht ingegaan.

Een aerosol is een druppel gas met hierin vaste deeltjes in de grootte van 0,2 tot 200 micrometer. Een micrometer (μm) is 1/1000 millimeter. Een rookpluim van een brand is een wolk aerosolen. Alles wat de lucht in gaat komt ergens anders naar beneden. Waar en hoever van de bron aerosolen neerslaan hangt af van de grootte en het gewicht van de druppels, hoe hoog de aerosolen de lucht ingeblazen worden, de windrichting en windkracht tijdens het ontstaan van de aerosolen.

Lood is giftig; het heeft een negatief effect op de ontwikkeling van het zenuwstelsel van kinderen. Wanneer het eenmaal op de grond terechtgekomen is, is het bijna niet meer te verwijderen omdat het een stevige chemische verbinding aangaat met bodemdeeltjes. De bodem bevat van nature geen of hele geringe concentraties lood en wat er gemeten wordt, is er door de mens in de loop van de eeuwen ingebracht. De Romeinen gebruikten voor onze jaartelling al waterleidingen van lood.

Het element lood komt onder andere voor in de vorm van vier stabiele loodisotopen. Dit zijn verschillende vormen van hetzelfde element, met dezelfde eigenschappen maar met een verschillende massa. De verhoudingen verschillen per regio, afhankelijk van de geschiedenis en waar het lood gewonnen is. Zo heeft Australisch lood een andere isotopensamenstelling dan Europees lood.



De verspreiding van de loodregen over een gedeelte van Parijs en zijn voorsteden. Illustratie uit Smith e.a., 2020.

De Parijse bodem bevat een omvangrijk loodarchief van vele eeuwen bouwactiviteit, verkeer en industrie, met een unieke verhouding tussen loodisotopen, die in de loop van de tijd is opgebouwd. Door bodemerosie komen kleine bodemdeeltjes met hun verontreinigingen op bloemen en bladeren terecht. Honingbijen brengen deze bodemdeeltjes met nectar, stuifmeel, honingdauw en water naar de bijenkast. In nectar komt van nature geen of heel weinig lood voor. Wat we vinden is dus milieuverontreiniging, het gevolg van menselijk handelen (Walraven, 2014). Lood is aantoonbaar in bijen, bijenbrood en honing. Het hoopt zich op in het bijenlichaam in de loop van het bijenleven. In het bijenvolk is het meeste lood in de bijen te vinden, gevolgd door het stuifmeel. In de honing zit het minste lood (van der Steen, 2016). Het laatste is het gevolg van een continue verdunning door aanvoer van nieuwe nectar en door het honingrijpingsproces waarbij praktisch alle vaste deeltjes uit de nectar gefilterd worden. Wat overblijft zijn de kleinste deeltjes die er niet uit gefilterd kunnen worden.

In Parijs is het meeste lood uit de rookpluim terechtgekomen op de straat, het trottoir en de daken waar het snel opgeruimd of weggespoeld is. De hoeveelheid lood op de vegetatie en onverharde oppervlakten was in verhouding gering. Toch is in 8 van de 36 onderzochte zomerhoningmonsters van 2019 van bijenvolken uit Parijs en haar voorsteden tot op 5 km afstand van de kathedraal een verhoogd loodgehalte gevonden, dat direct in verband te brengen is met de brand. Dat wil niet zeggen dat er verderop niets ligt, want dat is ongetwijfeld wel zo, maar in zodanig geringe concentraties dat die via de honing niet meer aan te tonen zijn.



Notre Dame-kathedraal in brand op 15 april 2019. Foto Corentinmace

Zo is met honing het gebied dat een plotselinge milieuvuiling over zich heen kreeg, globaal in kaart gebracht. In de Parijse zomerhoning, verzameld binnen een straal van ongeveer 10 km rond de Notre Dame in 2019, werd gemiddeld 0,014 microgram ($1 \mu\text{g} = 1/1000$ milligram) lood per gram honing aangetroffen. In westelijke richting, waar de rook

overtrok, was het gemiddeld $0,023 \mu\text{g}$ en aan de oostkant gemiddeld $0,008 \mu\text{g}$. De maximaal toegestane hoeveelheid lood in honing is volgens de EU voedselveiligheidsregels minder dan $0,10 \mu\text{g}$ per gram honing – dat is gelijk aan $0,1 \text{ mg}$ per kg honing. Zelfs de honing met de hoogste concentratie van $0,077 \mu\text{g}$ blijft onder deze grens. Ter vergelijking: in

de honing uit Grenoble in de Alpen van dezelfde periode was het loodgehalte $0,004 \mu\text{g}$ per gram honing en in de Parijse honing van 2018 was dit $0,009 \mu\text{g}$. De brand heeft het loodprofiel in Parijs niet veranderd. Er waren wel wat verschuivingen, maar die vielen allemaal binnen de normale bandbreedte van loodisotoopverhoudingen.

De studie laat duidelijk zien hoe belangrijk een juiste interpretatie van biomonitoring met honingbijen is. Zeker bij verontreinigingen met zware metalen is de historie uitermate belangrijk. De hoeveelheid metalen in de bodem is opgebouwd in de loop van de tijd, variërend van dagen tot eeuwen en regionaal erg verschillend (van der Steen e.a., 2016). Daarnaast laat het ook de beperking zien van honing als middel om lood en andere zware metalen in het milieu aan te tonen. Analyse van bijen had hogere concentraties lood laten zien en in een groter gebied. In vergelijkbare studies werd in bijen 4 tot 30 keer meer lood gevonden dan in honing (Leita e.a., 1996; Fakhimzadeh en Lodenius, 2000; Conti en Botrè, 2001). Het doodmaken van bijen voor dit doel stuit echter terecht op ethische bezwaren en laat zien dat er gewerkt moet worden aan de ontwikkeling van passieve verzamelinstrumenten (*non-biologic passive samplers*) in het bijenvolk, zoals de APIStrips die in bijenvolken gebruikt worden voor het aantonen van pesticiden (Murcia-Morales e.a., 2020). Deze passieve verzamelaars kunnen zonder enige belasting van het bijenvolk breed ingezet worden. Met de hulp van bijenhouders zijn bijenvolken een breed inzetbaar milieumeetinstrument in studies naar een completer beeld van verontreinigingen.

Het Insignia-project (www.insignia-bee.eu) onderzoekt momenteel op Europees niveau hoe bijenhouders optimaal kunnen meewerken met de wetenschap om deze verontreinigingen in kaart te brengen. ●

Literatuurlijst zie site NBV www.bijenhouders.nl/media-en-promotie/actueel-en-media/media/aanvullingen-op-bijenhouden

Bijenvolken op de Notre Dame overleven de brand

Tekst Caroline van der Laan

Op het dak van de Notre Dame stonden drie grote bijenkasten ten tijde van de brand. Voor het lot van de drie bijenvolken, met elk zo'n 60.000 bijen, werd gevreesd. Maar de bijen hebben de brand wonderwel overleefd, tot grote opluchting van imker Nicolas Géant.

Op een luchtfoto van een dag na de brand is al te zien dat de bijenkasten nog intact zijn en een woordvoerder van de kathedraal wist enkele dagen later te melden dat de bijen in en uit de kasten vlogen.

De bijenkasten stonden sinds 2013 op het dak van de sacristie, op ongeveer 30 meter van waar de brand begon. De kasten met bijen staan nog steeds op het dak, laat een YouTube-video van april dit jaar zien (youtu.be/fRZptNkJvCY).



De bijenvolken in 2018. Foto Dmitry Kostyukov