Onderwerp: Gezonde lucht voor Arnhem – tijd voor eerlijk beleid rond houtstook

Oldenzaal, 26 september 2025

Geachte raadsleden, college Burgemeester & Wethouders en beleidsmakers,

Met deze brief willen wij u informeren over de gezondheidsrisico's van houtrook in Arnhem en de noodzaak van eerlijk, lokaal beleid. Duizenden Arnhemmers worden dagelijks blootgesteld aan vervuilde lucht door houtstook in woonwijken. Ouders van jonge kinderen, mensen met astma, ouderen — zij ervaren de impact direct. Toch blijft eerlijke informatie uit. De kachelbranche beweert regelmatig dat houtstook slechts 4% van de fijnstofuitstoot veroorzaakt. Die claim is misleidend: ze baseert zich op PM10, terwijl houtrook voor 90% uit PM2.5 bestaat — een veel schadelijkere stof die diep doordringt in de longen en zelfs in het bloed. Bovendien wordt die 4% berekend ten opzichte van natuurlijke en buitenlandse PM10, terwijl het binnenlands aandeel van PM2.5 door houtstook 27% bedraagt, waarvan 23% uit binnenstook komt. De WHO en het RIVM stellen dat er geen veilige drempelwaarde bestaat voor PM2.5. Houtrook brengt ernstige gezondheidsrisico's met zich mee, vooral voor kinderen, ouderen en kwetsbaren. Toch blijft de branche vervuilende producten aanprijzen als "schoon" en "milieuvriendelijk". Hun campagne "Beter Stoken" suggereert dat verantwoord stoken met een vervuilend product mogelijk is — een contradictie. Beter stoken met een vervuilend product bestaat niet. *(1,2,3,4)*.
Recent heeft de Reclame Code Commissie uitspraak gedaan in een zaak tussen de kachelbranche en Milieu Centraal. De branche probeerde de bewustwordingscampagne "Eerlijk over Houtstook" te stoppen. De RCC stelde Milieu Centraal op vijf van de zeven punten in het gelijk. Daarbij bevestigde de commissie onder meer dat het correct is dat 23% van de fijnstofuitstoot (PM2.5) in Nederland afkomstig is van houtstoken binnenshuis. De RCC doet echter geen bindende uitspraken, maar geeft adviezen over wat als misleidend of onjuist kan worden beschouwd. Toch heeft Milieu Centraal gehoor gegeven aan deze adviezen en enkele teksten aangepast. De kachelbranche blijft daarentegen misleidende claims verspreiden — ondanks deze officiële uitspraak en het feit dat de campagne grotendeels overeind bleef. *(4, 5)*
Daarnaast blijkt uit onderzoek door TNO in opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT)**,** dat de Europese Ecodesign-testmethode voor houtkachels de werkelijke uitstoot structureel onderschat. In het ILT-rapport van maart 2024 staat dat bij controletesten maar liefst 80% van de houtkachels meer fijnstof uitstoot dan door de fabrikant is opgegeven. De huidige testmethode laat fabrikanten toe om onder ideale omstandigheden te testen — met minimale houtlading, optimale verbranding en uitsluitend meting van hete rook. Hierdoor blijft een belangrijk deel van de uitstoot, namelijk het condenseerbare fijnstof, buiten beeld. Juist deze vorm van fijnstof vormt in woonwijken een groot gezondheidsprobleem. *(6)*
Onafhankelijke metingen tonen bovendien aan dat Ecodesign-kachels in de praktijk tot wel zeven keer meer PM2.5 uitstoten dan in de officiële testresultaten. Dat betekent dat het Ecodesign-label geen betrouwbare indicator is voor de werkelijke luchtvervuiling in woonwijken. Gemeenten doen er daarom verstandig aan om zich niet uitsluitend te baseren op deze testnorm bij het opstellen of beoordelen van houtstookbeleid. *(7)*
Ook Milieu Centraal waarschuwt: het vervangen van een sterk verouderde houtkachel door een moderne Ecodesign-pelletkachel lijkt een verbetering, maar als er méér gestookt wordt

dan voorheen, daalt de hoeveelheid fijnstof nauwelijks — en kan deze zelfs stijgen. Wordt de pelletkachel gebruikt als hoofdverwarming, dan is dat geen duurzame keuze. De uitstoot van fijnstof blijft dan ongezond hoog. Zoals Milieu Centraal stelt: “Ga je met deze pelletkachel meer stoken dan je eerder met je houtkachel of open haard deed, dan zal de hoeveelheid fijnstof niet of nauwelijks dalen, of zelfs stijgen. Hierdoor kunnen je buren overlast blijven ervaren. Fijnstof kan tijdelijke klachten veroorzaken (verstopte neus, hoesten), maar ook blijvende longschade.” *(8)*

Fijnstofmeting in Arnhem

Uit onafhankelijke metingen in Arnhem (Scapeler, november 2024) blijkt dat bewoners vrijwel dagelijks worden blootgesteld aan houtrookpieken. Vooral in de avonduren (16:00–23:00) lopen de concentraties PM2.5 fors op, ruim boven het achtergrondniveau. De overlast hangt sterk samen met windrichting (oost–zuidoost), wat bevestigt dat het gaat om lokale bronnen. Deze resultaten sluiten aan bij de GGD-richtlijn van het RIVM, die houtrook noemt als recreatieve bron van luchtverontreiniging met forse emissies van PM2.5, roet en kankerverwekkende stoffen (PAK’s). Zoals ook het RIVM aangeeft: “Blootstelling treedt vooral op de avonduren in de winterperiode, waarbij hele hoge pieken kunnen ontstaan die veel overlast kunnen veroorzaken.” De conclusie is dat houtrook in Arnhem geen incident maar een structureel gezondheidsprobleem vormt. *(9,10)*

De gemeente Arnhem erkent in haar *Uitvoeringsagenda Lucht 2024–2030* dat particuliere houtstook een bron is van schadelijke fijnstof (PM10 en PM2.5), maar stelt dat regulering lastig is. De focus ligt daarom op voorlichting en bewustwording, zoals het project *Schone Lucht Arnhem*. Hoewel dit waardevolle initiatieven zijn, blijkt uit metingen en klachten dat voorlichting alleen onvoldoende is om de overlast en gezondheidsrisico’s structureel te beperken. Het lage aantal meldingen hoeft niet te betekenen dat de overlast gering is — veel inwoners weten niet waar ze terecht kunnen, of ervaren dat melden weinig oplevert. Juist daarom is het van belang om naast communicatie ook te investeren in meetbeleid, meldpunten en duidelijke handhaving.

Samen werken aan gezonde lucht — zonder polarisatie

De gemeente geeft aan dat houtstook in Arnhem nog geen sterk gepolariseerd onderwerp is. Dat is een waardevolle constatering — en een kans. Juist nu kunnen we het gesprek voeren op basis van feiten, gezondheid en wederzijds respect, vóórdat misverstanden en frustraties de overhand krijgen. Polarisatie ontstaat vaak wanneer mensen zich niet gehoord voelen, of wanneer informatie onduidelijk, tegenstrijdig of misleidend is.

Uit onderzoek blijkt dat 87% van de mensen het belangrijk vindt om rookoverlast in hun omgeving te beperken, waarvan 77% bereid is kleine maatregelen te treffen. Dit toont aan dat draagvlak voor verandering breed aanwezig is — mits de gemeente duidelijke informatie en handelingsperspectief biedt. *(10)*

Daarom pleiten wij voor een open en eerlijke benadering: niet met schuld of schaamte, maar met transparantie, alternatieven en bescherming van gezondheid. Inwoners verdienen duidelijke informatie over de risico’s van houtrook en de gemeente verdient betrouwbare bronnen om beleid op te baseren. Zo voorkomen we dat het debat verscherpt — en bouwen we samen aan een gezonde leefomgeving voor iedereen.

Ruimte voor transitie — ook voor de kachelbranche

We begrijpen dat het reguleren van houtstook gevolgen heeft voor de kachelbranche. Het raakt hun verdienmodel en vraagt om aanpassing. Juist daarom doen wij een oproep aan

deze sector: neem verantwoordelijkheid en wees onderdeel van de oplossing. In plaats van het promoten van producten die bij normaal gebruik schadelijke stoffen uitstoten, ligt er een kans om alternatieven te ontwikkelen en te promoten die écht bijdragen aan gezonde lucht. Denk aan elektrische verwarming, warmtepompen, infraroodpanelen of andere vormen van duurzame warmte. De transitie naar schone lucht vraagt om samenwerking — niet om het zaaien van twijfel. Wij nodigen de branche uit om mee te bewegen, transparant te zijn en gezondheid centraal te stellen.

Over misleidende claims van individuele aanbieders
Zo komt Skantiek spreken in Arnhem, terwijl deze partij vermeld staat in het non-compliance archief van de Stichting Reclame Code wegens eerdere misleidende uitingen. Skantiek claimt dat zes van haar kachels “voldoen aan de WHO-norm” — een onjuiste voorstelling van zaken. De WHO stelt geen productnormen op voor houtkachels, maar richtlijnen voor luchtkwaliteit. Zulke claims scheppen valse verwachtingen en ondermijnen het vertrouwen in eerlijke voorlichting. Daarom is het van belang dat de gemeente Arnhem zich niet laat misleiden door deze rookgordijnen, maar kiest voor transparantie, gezondheid en wetenschappelijke integriteit. *(11)*

Samen vooruit: eerlijk beleid voor schone lucht
Hoewel de nieuwe EU-normen voor luchtkwaliteit in het grootste deel van Nederland haalbaar zijn, blijven lokale overschrijdingen mogelijk bij diffuse bronnen zoals houtstook — ook in steden als Arnhem. Het RIVM benadrukt dat gezondheidsschade al optreedt onder de norm en dat verdere emissiereductie wenselijk is. Stoppen met biomassaverbranding is daarbij een logisch uitgangspunt. Onderzoek toont aan dat 87% van de mensen rookoverlast wil beperken en 77% bereid is maatregelen te nemen. Dit biedt kansen voor beleid dat beschermt én verbindt. Wij roepen de gemeente Arnhem op tot regie: via eerlijke communicatie, erkenning van de problematiek en structurele oplossingen. Gezonde lucht is een gedeeld belang — en een haalbaar doel. *(10,12)*

Daarom roepen wij de gemeente Arnhem op om:

- ✓ De inwoners correct te informeren, volg hierin de landelijke voorlichtingscampagne “Eerlijk over houtstook” van Milieu Centraal *(13)*
- ✓ Houtrook op te nemen in het omgevingsplan als lokale bron van luchtvervuiling.
- ✓ Stookverboden in te stellen bij windstil of mistig weer.
- ✓ Subsidies te bieden voor duurzame alternatieven, zoals warmtepompen.
- ✓ Een meldpunt en meetbeleid te ontwikkelen voor houtrookoverlast.
- ✓ Zich uit te spreken tegen misleidende campagnes van de kachelbranche.
- ✓ Voor te sorteren op een lokaal houtstookverbod, conform RIVM- en TNO-advies.

Laten we samen zorgen voor schone lucht, gezonde inwoners en eerlijk beleid. Arnhem verdient het.

Met vriendelijke groet,

Anne-Marie Monnikhof & Maria Slootweg
Bestuur Stichting Houtrookvrij

Bijlagen/ bronnenlijst:

Bron 1: *WHO en RIVM stellen dat er geen veilige drempelwaarde bestaat voor PM2.5.*
https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/gezondheidseffecten-luchtverontreiniging/luchtkwaliteit-fijn-stof :
"Er wordt over het algemeen uitgegaan van een monotone relatie tussen de concentratie fijn stof en gezondheidseffecten, er is geen drempelwaarde waaronder geen effecten optreden. De reden hiervan is dat tot op het laagst onderzochte fijn stof niveau gezondheidseffecten zijn gevonden. Enkele recente studies laten effecten op sterfte zien bij concentraties lager dan 10 µg/m^3 PM2,5(fijnstof) (Crouse et al. 2015; Crouse et al. 2012; Pinault et al. 2016; WHO(World Health Organization) 2013a)."

Bron 2: *Uitvoeringsagenda Schone Lucht Akkoord 2024-2030.pdf*
https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2024D27337; "Houtstook Luchtvervuiling uit woningen levert 14% van de gezondheidsschade uit binnenlandse bronnen. Het overgrote deel hiervan bestaat uit houtrook. De emissiecijfers van het RIVM laten zien dat het aandeel van houtstook in de emissies van primair fijnstof 23% is. Zonder aanvullend beleid neemt de relatieve bijdrage van houtstook van particuliere huishoudens toe. De maatregelen uit het SLA streven naar een daling van luchtemissies ten opzichte van 2016 en daarmee een afname van negatieve gezondheidseffecten. Er is speciale aandacht voor handhaving van overlastsituaties en het creëren van een gezondere leefomgeving voor gevoelige groepen. De uitstoot van houtkachels wordt binnen het SLA via drie sporen aangepakt: voorlichting & informatie, regelgeving en handhaving."

Bron 3: *De bewering dat houtstook "maar 4%" van de fijnstofuitstoot veroorzaakt, komt voort uit een specifieke interpretatie van de totale fijnstofproductie in Nederland.*
Uitleg over PM 10 en PM 2,5; *PM10 staat voor particulate matter ≤10 micrometer — oftewel fijnstofdeeltjes met een diameter van 10 micrometer of kleiner. Deze deeltjes zijn klein genoeg om ingeademd te worden, maar niet zo klein als PM2.5. PM10 bestaat uit een mix van natuurlijke én door de mens veroorzaakte stoffen.*
PM2.5 zit "in" PM10, omdat PM10 een verzamelcategorie is voor alle deeltjes die kleiner zijn dan 10 micrometer. PM2.5 zijn de deeltjes die kleiner zijn dan 2.5 micrometer, dus ze vallen automatisch binnen PM10. Je kunt het zien als een set:

- ✓ *PM10 = alle deeltjes ≤ 10 micrometer*
- ✓ *PM2.5 = alle deeltjes ≤ 2.5 micrometer → dus een deel van PM10*

Hoe kleiner de deeltjes, hoe dieper ze je lichaam binnendringen — en hoe schadelijker ze zijn. ***Hier is hoe de 4% fijnstofuitstoot- claim van de kachelbranche doorgaans tot stand komt:***

- ✓ *Het percentage van 4% verwijst naar* ***de bijdrage van houtstook aan de totale hoeveelheid fijnstof in Nederland****, inclusief fijnstof dat uit het buitenland komt en fijnstof dat in de atmosfeer gevormd wordt.*
- ✓ *In die berekening wordt dus niet alleen gekeken naar binnenlandse emissies, maar ook naar fijnstof dat via luchtstromen uit andere landen binnenkomt en secundaire fijnstofvorming (zoals ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat).*
- ✓ *Alternatieve berekeningen geven een ander beeld*
- ✓ *Het RIVM en TNO hanteren een andere benadering: zij kijken naar de binnenlandse productie van fijnstof. Daarbij komt houtstook uit op 23% van de binnenlandse PM2.5-uitstoot.*
- ✓ *Deze hogere cijfers zijn gebaseerd op emissiemodellen die rekening houden met:*
    - *Aantal houtkachels en haarden*
    - *Type en leeftijd van kachels*
    - *Gebruikspatronen (hoe vaak en hoeveel gestookt wordt)*
    - *Emissiefactoren per kacheltype*

Wat wordt vaak weggelaten?

- ✓ *De 4%-claim **sluit condenseerbaar fijnstof vaak uit** — dat zijn organische stoffen die na afkoeling alsnog als fijnstof in de lucht terechtkomen.*
- ✓ *Deze condenseerbare stoffen zijn juist relevant voor de gezondheid, omdat ze bijdragen aan de luchtvervuiling die mensen inademen.*

Waarom is dit misleidend?

- ✓ *Door het aandeel van houtstook te relateren aan de **totale fijnstofmassa in Nederland**, inclusief buitenlandse bronnen, lijkt het alsof houtstook een marginale rol speelt.*
- ✓ *Maar voor **lokale luchtkwaliteit en gezondheidsimpact**, is de **binnenlandse uitstoot** veel relevanter — en daarin speelt houtstook een grote rol.*

https://atriensis.nl/houtkachels-onverwacht-grote-bron-fijnstof/
https://publications.tno.nl/publication/34637537/vEIGPE/TNO-2020-R10652.pdf

Wat zegt het Schone luchtakkoord:

Volgens de Emissieregistratie is de binnenlandse bijdrage van huishoudelijke houtstook aan PM2.5-uitstoot 23%, en inclusief woningbranden zelfs 24%. PM2.5 is de fijnstofvorm die diep in de longen en bloedbaan doordringt en door de WHO als zonder veilige drempelwaarde wordt beschouwd. Ook het Schone Lucht Akkoord bevestigd dit. https://schoneluchtakkoord.nl/thema/houtstook-van-particuliere-huishoudens/#:~:text=Luchtvervuiling%20uit%20woningen%20levert%2014,afname%20van%20de%20gezondheidseffecten%20nagestreefd.
Kortom: De 4%-claim is een verdunning ten opzichte van het totaal en verhult de werkelijke impact van houtrook in woonwijken. Voor lokaal gezondheidsbeleid is het aandeel van binnenlandse PM2.5 uit verbranding veel relevanter dan het totaalplaatje van PM10.

Bron 4: https://www.milieucentraal.nl/zoeken/?q=eerlijk+over+houtstook





Bron 5: https://www.milieucentraal.nl/nieuwsberichten/reclame-code-commissie-verwerpt-grotendeels-klacht-van-nederlandse-haarden-en-kachelbranche/

Bron 6: *Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT), "Onderzoek naar de uitstoot van houtkachels: praktijkmetingen en beoordeling Ecodesign-testmethode", maart 2024.*
https://www.ilent.nl/documenten/leefomgeving-en-wonen/productlabels--markeringen-en-energiemaatregelen/ecodesign/rapporten/evaluatie-meetmethoden-ecodesign-kachels
Relevante citaten uit het rapport:

- ✓ *"De Ecodesign-testmethode leidt tot onderschatting van de werkelijke uitstoot van houtkachels. Bij praktijkmetingen bleek dat 80% van de geteste kachels meer fijnstof uitstootte dan door de fabrikant was opgegeven." (ILT, maart 2024)*
- ✓ *"Condenseerbare stoffen worden niet meegenomen in de standaardtest, terwijl deze juist relevant zijn voor de luchtkwaliteit in woonwijken." (ILT, maart 2024)*
- ✓ *Deze bron bevestigt dat het Ecodesign-label geen betrouwbare maatstaf is voor de werkelijke emissies in woonwijken.*

Bron 7: *De uitspraak over Ecodesign-kachels die in de praktijk tot wel **zeven keer meer PM2.5 uitstoten** dan in officiële testresultaten wordt onderbouwd door het rapport van 📘 Bron: SINTEF (Noorwegen) – samengevat in*: https://houtrookvrij.nl/2023/06/20/ecodesign-test-houtkachels-blijkt-sjoemeltest/ Het rapport: https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/3023912/Report+20012-72_+01-15-2021.pdf?sequence=1
Relevante citaten:
"Bij testen door het SINTEF met een 'full-flow' tunnel blijken de emissies veel hoger." "Er werd door het SINTEF met de Noorse test gemiddeld 7x meer PM2.5 fijnstof gemeten."
"De Europese Ecodesign test meet alleen de hete rook. Daardoor blijft het condenseerbare fijnstof — dat juist in woonwijken neerslaat — buiten beeld."
Wat SINTEF aantoont:

- ✓ *De Ecodesign-test laat fabrikanten onder ideale omstandigheden testen: met weinig hout, stabiele verbranding en meting van alleen hete rook.*
- ✓ *In de praktijk wordt meer hout gebruikt, is de verbranding wisselender, en ontstaat veel meer condenseerbaar fijnstof — dat niet wordt meegenomen in de officiële test.*
- ✓ *Bij realistische metingen (zoals met een full-flow tunnel) blijkt de uitstoot tot zeven keer hoger dan de Ecodesign-waarde.*

***Conclusie:** Dit bevestigt dat het Ecodesign-label — gebaseerd op laboratoriumtesten onder ideale omstandigheden — geen betrouwbare maatstaf is voor de werkelijke uitstoot in woonwijken. Gemeenten doen er verstandig aan om bij houtstookbeleid ook praktijkmetingen, gezondheidsrichtlijnen en lokale omstandigheden mee te wegen.*

Bron 8: https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/houtstook-verwarmen-met-hout/pelletkachel-en-biomassaketel/ *"Ga je met deze pelletkachel meer stoken dan je eerder met je houtkachel of open haard deed, dan zal de hoeveelheid fijnstof niet of nauwelijks dalen, of zelfs stijgen. Hierdoor kunnen je buren overlast blijven ervaren. Fijnstof kan tijdelijke klachten veroorzaken (verstopte neus, hoesten), maar ook blijvende longschade."*

Bron 9: Zie bijgesloten PDF bestand: Rapport Scapeler; Arnhem C290 202411 2025-09-16 (1)
Uit de Incidentindex blijkt dat er in deze periode op veel dagen sprake moet zijn geweest van overlast door houtrook. De fijnstofkalender laat daarbij zien dat deze overlast vooral optreedt bij oost- tot zuidoostelijke wind. Hoewel deze dagen met houtrook niet hebben geleid tot overschrijdingen van de WHO-richtlijn, kan dit beslist niet als geruststelling worden gezien. Urenlang zeer ongezonde lucht inademen– met name in de avonduren– kan namelijk plaatsvinden zonder dat de richtlijnwaarden worden overschreden. De polarplot op pagina 17

onderstreept het probleem van deze locatie. Met de sensor in het middelpunt van het diagram is duidelijk te zien uit welke richting de rook afkomstig is, tot en met windkracht 3. Er wordt dagelijks gestookt, doorgaans vanaf vier uur in de middag tot elf uur 's avonds. Dat betekent dat omwonenden dagelijks zeven tot acht uur lang ongezonde lucht met rook moeten inademen, tenzij de windrichting gunstig is.

Bron 10: https://www.rivm.nl/ggd-richtlijn-medische-milieukunde-luchtkwaliteit-en-gezondheid/andere-bronnen-van-luchtverontreiniging/luchtverontreining-recreatieve-bronnen :

- ✓ *" blootstelling treedt vooral op de avonduren in de winterperiode, waarbij hele hoge pieken kunnen ontstaan die veel overlast kunnen veroorzaken."*
- ✓ *"Uit oogpunt van luchtverontreiniging en gezondheid zou het stoppen van verbranding van biomassa een goed uitgangspunt zijn."*
- ✓ *"Veel mensen (87%) vinden het belangrijk om rookoverlast in hun omgeving te beperken, waarvan 77% bereid is kleine maatregelen te treffen"*

Bron 11: https://houtkachels.nl/beste-en-schoonste-houtkachels/ https://share.google/0kvwIdtW7NAiHLfqc *zie non compliance 2023 lijst van de Reclame Code Commissie. Dossiernummer* ***2023/00040***
Reclame Code Commissie (2023). Uitspraak 2023/00040 over milieuclaims van Skantiek Houtkachels. De Commissie oordeelde dat diverse uitingen op houtkachels.nl misleidend waren en in strijd met artikelen 2 en 3 van de Milieu Reclame Code, vanwege onvoldoende onderbouwing van claims als "schoon", "duurzaam" en "voldoet aan WHO-normen". Beschikbaar via: https://www.reclamecode.nl/uitspraak/?uitspraakId=422731
https://houtkachels.nl/beste-en-schoonste-houtkachels/



Bron 12: RIVM (2023), *Europese eisen luchtkwaliteit haalbaar bij uitwerking voorgenomen beleid* –
Gevolgen van de voorgestelde Europese luchtkwaliteitsrichtlijn voor Nederland | RIVM
Ingrijpende maatregelen nodig om WHO-advieswaarden voor luchtkwaliteit in 2030 te kunnen halen | RIVM
Maatregelen in alle sectoren
Om de aangescherpte WHO(World Health Organization)-advieswaarden voor luchtkwaliteit te kunnen halen, zouden in alle sectoren vergaande maatregelen nodig zijn. De meeste impact heeft het terugdringen van het verkeer door in de grote steden alleen nog elektrisch rijden toe te staan. Ook zou een halvering van de uitstoot van de industrie, reductie van de veestapel en een verbod op houtstook nodig zijn.

Bron 13: De link naar de landelijke voorlichtingscampagne “Eerlijk over houtstook”
https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/houtstook-verwarmen-met-hout/eerlijk-over-houtstook/

Analyse meetdata

Locatie: Arnhem
Periode: november 2024

Auteur: Scapeler
Datum: 16 september 2025
Versie: 0.1

Inhoud

1 Inleiding **3**

2 Meetlocatie in Arnhem **4**
2.1 meetapparatuur 4

3 Data en verwerking **5**
3.1 Kalibratie en achtergrondniveau 5
3.2 Top-waarde voor fijnstof van lokale bronnen 5
3.3 Wanneer kan fijnstof gekenmerkt worden als rookgassen? 6
3.4 Satellietdata 6
3.5 Windsnelheid en windrichting 6
3.6 Incidentindex 7

4 Resultaten locatie in eenvoudige statistiek **8**

5 Fijnstof in lijngrafiek **8**

6 Fijnstof in lijngrafiek met CAMS data **9**

7 Incidentindex **10**

8 Fijnstofkalender **11**

9 Overschrijdingen WHO richtlijn **12**

10 Wind en mate van vervuiling door fijnstof **13**
10.1 Achtergrondniveau 13
10.2 Gekalibreerde meetwaarde 14
10.3 Top-waarde, lokale bijdrage rookgassen 15
10.3.1 Pollutieroos Top-waarde per week 16
10.3.2 Polarplot Top-waarde 17

11 Rookgedrag en Stooktrends (Rook- en stookgedrag) **18**
11.0.1 Rookgedrag/stooktrend per dag van de week 18
11.0.2 Rookgedrag/stooktrend per uur van de dag 19
11.0.3 Rookgedrag/stooktrend per windrichting 20

12 Conclusie **21**

13 Bijlagen **22**
13.1 Omrekentabel 22
13.2 Parameters voor deze raportage 23

1 Inleiding

De meeste meldingen van rook- en stankoverlast worden veroorzaakt door verbranding van organisch materiaal als:

- hout, door houtkachels en open haarden.
- tabak en cannabis (wiet, hasj), door het roken van o.a. sigaretten/shag, joints, sigaren en waterpijp.

Door deze verbranding komen aanzienlijke hoeveelheden rookgassen vrij. Deze emissies bestaan vooral uit fijnstof en veelal toxische stoffen die schadelijk zijn voor mens en milieu. Fijnstof is een verzamelnaam voor zeer kleine deeltjes die diep in de longen kunnen doordringen en daarmee luchtwegklachten, hart- en vaatziekten, longkanker en vroegtijdige sterfte kunnen veroorzaken. De concentraties kunnen snel oplopen tot ver boven de WHO-richtlijnen.

Fijnstof sensoren kunnen goed worden gebruikt voor indicatieve metingen voor de aanwezigheid van rookgassen.

Het doel van deze rapportage is vast te stellen of er een verband aanwezig is tussen de verhoging in de fijnstof concentratie, de windrichting en de windkracht. Bij de analyse is de windsnelheid in meter per seconde gebruikt. Voor omzetting naar windkracht is een omrekentabel toegepast (Zie bijlage 13.1).

Voor het aantonen van de aanwezigheid van rookgassen en waar mogelijk het aantonen van overlast, worden een aantal methoden toegepast, te weten:

- Eenvoudige statistiek (gemiddelden, hoogste en laagste meetwaarden)
- Lijngrafieken voor totale periode en dagen uitgelicht
- Incidentindex
- Fijnstofkalender
- Overschrijdingen van de WHO-richtlijn.
- Wind (richting/snelheid) en mate van vervuiling.
- Stooktrends

2 Meetlocatie in Arnhem

Op verzoek van Stichting HoutrookVrij is een analyse uitgevoerd van meetdata op een locatie in Arnhem waar overlast door houtrook wordt ervaren. Deze locatie dient als voorbeeld. Om die reden, en uit privacyoverwegingen, worden het adres en andere details over de meetopstelling niet vermeld. Het probleem speelt ongetwijfeld in meerdere buurten.

2.1 meetapparatuur

Er wordt op deze locatie gemeten met een ApriSensor-Duo. De ApriSensor-Duo heeft een Plantower PMSA003 én een Sensirion SPS30 fijnstof sensor. Voor deze analyse zijn de meetwaarden van de PMSA003 gebruikt. Naast de fijnstof sensoren is er ook een Bosch BME680 meteosensor welke gebruikt wordt om de meetwaarden te kunnen corrigeren met de relatieve luchtvochtigheid en tempereatuur (kalibratie). De sensorkit is samengesteld door Scapeler. De gemeten parameters zijn fijnstof, temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en luchtdruk.
De Plantower PMSA003 is een fijnstof sensor die vaak de fijnstofconcentratie overschat maar daarentegen goed contrasten in beeld brengt. Om de mate van overschatting te beperken is voor deze analyse een eigen ontwikkelde kalibratiemethode toegepast welke corrigeert met behulp van relatieve luchtvochtigheid en temperatuur.

3 Data en verwerking

De data voor dit onderzoek is verzameld voor de periode 2024-11-01 01:00 tot en met 2024-12-01 00:59. Er is continue gemeten en daarmee wordt bedoeld, per seconde een meting waarvan per 20 seconden een gemiddelde is opgeslagen. Deze resolutie van 20-seconden gemiddelden is gebruikt voor de analyse en is noodzakelijk om rookgassen (door verbranding) te kunnen vaststellen.

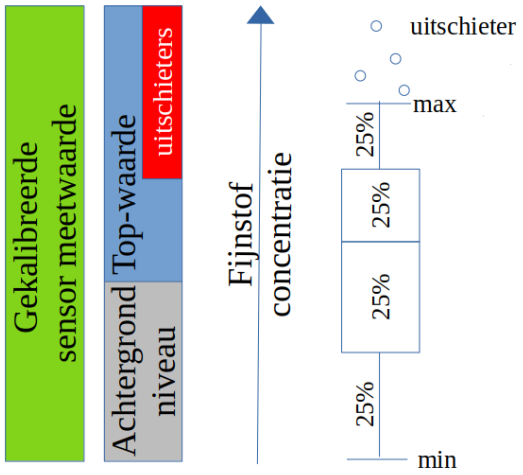
3.1 Kalibratie en achtergrondniveau

De meetwaarden zijn gekalibreerd met een zelfontwikkeld model[1], dat is ontworpen om de nauwkeurigheid van de sensordata te verbeteren. Dit model corrigeert systematische afwijkingen in de ruwe sensormetingen door rekening te houden met factoren zoals temperatuur, luchtvochtigheid en bekende referentiemetingen. Hierdoor sluiten de gekalibreerde meetwaarden beter aan bij de werkelijke fijnstofconcentraties.

In dit document verwijst de term “meetwaarde” standaard naar deze gekalibreerde sensordata, tenzij anders vermeld.

In onderstaand schema (figuur 1) wordt de meetwaarde weergegeven als een groene kolom en staat deze voor de totaal gemeten fijnstofconcentratie op een bepaald moment. Om te bepalen welk deel van deze fijnstof afkomstig is van lokale bronnen, zoals bijvoorbeeld houtkachels of tabaksrook, wordt het achtergrondniveau afgetrokken van de totale fijnstofconcentratie.

Het achtergrondniveau vertegenwoordigt de gemiddelde fijnstofconcentratie over een groter gebied en is gebaseerd op data van CAMS[2] (satellietdata). In het schema wordt dit weergegeven als een grijs vlak in de tweede kolom.



Figuur 1: Schematische weergave indeling fijnstof

3.2 Top-waarde voor fijnstof van lokale bronnen

Het verschil tussen de meetwaarde en het achtergrondniveau noemen we de Top-waarde. De Top-waarde is afkomstig van (hyper) lokale bronnen zoals bijvoorbeeld houtkachels of tabaksrook. Het kan voorkomen dat de meetwaarde lager of gelijk is aan het achtergrondniveau. Als dat zich voordoet, is er geen Top-waarde voor dat moment.

[1] Scapeler model: https://www.scapeler.com/index.php/visibilis/
[2] CAMS data: https://atmosphere.copernicus.eu/data

3.3 Wanneer kan fijnstof gekenmerkt worden als rookgassen?

De Top-waarde geeft de aanwezigheid van lokale fijnstofbronnen aan. Maar wanneer kan fijnstof uit een lokale bron worden toegeschreven aan rookgassen (door verbranding)? Hiervoor wordt de box-and-whisker plot (boxplot) gebruikt. Deze statistische methode verdeelt de meetwaarden in vier kwartielen, afhankelijk van de gemeten concentraties. De hoogste waarden vallen in het vierde kwartiel, terwijl de laagste waarden in het eerste kwartiel terechtkomen. In figuur 1 is rechts een boxplot weergegeven.

Extreme waarden, of uitschieters, worden in statistische analyses vaak buiten beschouwing gelaten omdat ze de verdeling te sterk kunnen beïnvloeden. In een boxplot worden deze uitschieters als rondjes boven de box weergegeven op de hoogte van hun gemeten waarde. Voor het detecteren van rookgassen zijn juist deze uitschieters van grote waarde. Rookgassen veroorzaken sterke concentratieverschillen, wat leidt tot veel uitschieters. Hoe meer uitschieters, hoe groter de kans op overlast door rookgassen. Bovendien geldt: hoe dichter bij de bron wordt gemeten, hoe meer uitschieters zichtbaar zijn. In het schema van figuur 1 zijn de uitschieters als een rood vlak aangegeven.

3.4 Satellietdata

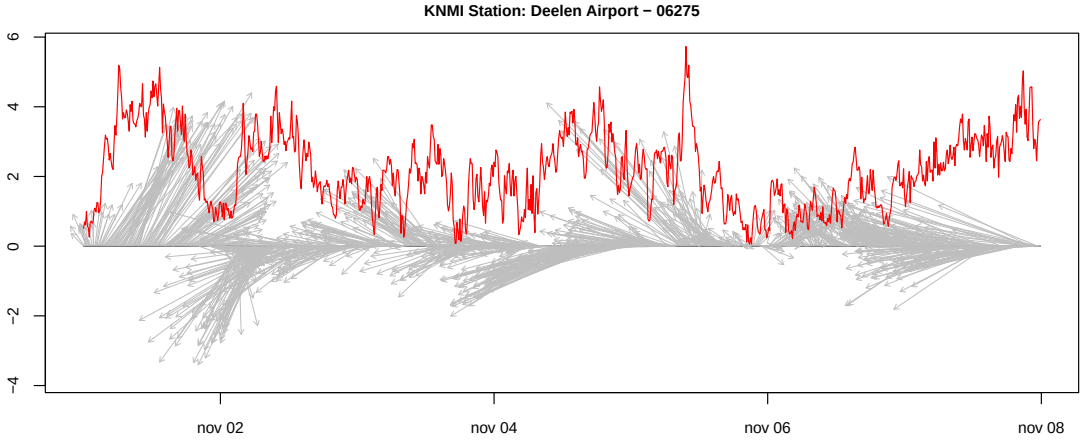
Voor het bepalen van het achtergrondniveau fijnstof is satellietdata gebruikt van de Copernicus Atmosphere Monitoring Service[3] (CAMS). De resolutie van de CAMS-data is data per uur en het betreft de gebied specifieke geanalyseerde data. De oppervlakte van het gebied waarover een waarde berekend wordt, is ongeveer 11x6 km.

3.5 Windsnelheid en windrichting

Voor het bepalen van de windrichting en de windsnelheid zijn de 10-minuten data van het KNMI-meetstation Deelen Airport gebruikt. Dit meetstation ligt op ongeveer 7km ten noorden van de meetlocatie. De analyse van fijnstof, windrichting en windsnelheid is o.a. gecombineerd in pollutieroos- en polarplotdiagrammen. Daar waar in dit document windkracht is genoemd, is de windsnelheid in meter per seconde omgerekend met behulp van een omzettingstabel (zie bijlage 13.1).

Wind heeft grote invloed op de verspreiding van fijnstof afkomstig van lokale bronnen zoals houtkachels of tabaksrook, en daarom wordt wind als factor meegenomen in de analyse. Er wordt aangenomen, dat de KNMI-data van meetstation Deelen Airport representatief is voor de meetlocatie.

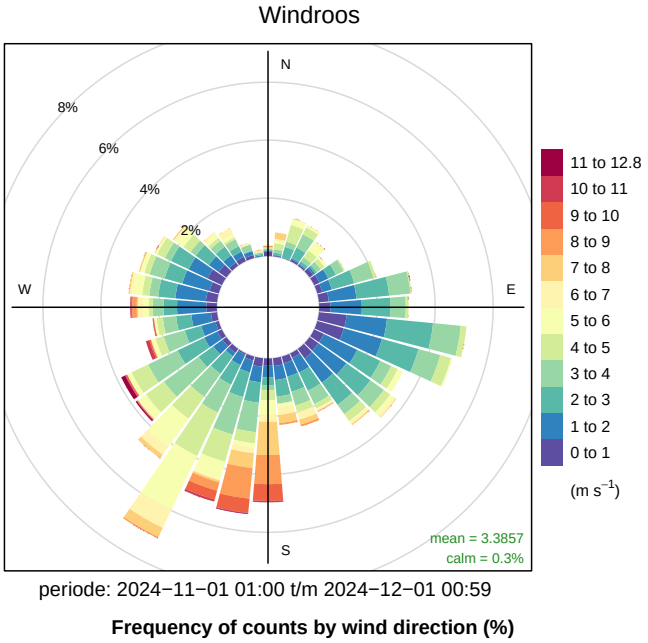
Ter illustratie onderstaande grafiek waarin de windrichting en de windsnelheid van de eerste week is weergegeven. De rode lijn geeft als lijngrafiek de maximale windsnelheden per tijdsmoment aan. De pijlen laten de windrichting en ook windsnelheid zien (windsnelheid is de lengte van de pijl).



Figuur 2: Windrichting en windsnelheid in m/s van de eerste week

[3]CAMS: https://atmosphere.copernicus.eu/

De windroos in figuur 3 laat de windrichting en windsnelheid over de gehele periode zien. Gemiddeld gezien komt in Nederland de wind het meest uit zuidwestelijke richting. De windroos zal daarom afwijken van een perfect ronde diagram maar dat hoeft geen probleem te zijn, sterker nog, de afwijkingen kunnen juist waardevol blijken als de windroos wordt vergeleken met de polutionroos diagrammen zoals die verderop in de rapportage te vinden zijn.



Figuur 3: Windroos, windrichting en windsnelheid in m/s

3.6 Incidentindex

De incidentindex geeft aan hoe vaak per dag een significante verhoging van de fijnstofconcentratie wordt waargenomen. Met “significant” wordt bedoeld dat de concentratie binnen korte tijd een drempelwaarde overschrijdt. Deze drempelwaarde is empirisch vastgesteld om onderscheid te maken tussen normale schommelingen in de achtergrondconcentratie en daadwerkelijke uitstootbronnen, zoals sigarettenrook of houtstook.

De incidentindex is gebaseerd op ruwe (ongecorrigeerde) meetwaarden, zodat schommelingen nauwkeuriger kunnen worden herkend.

Het concept van de incidentindex is ontstaan tijdens onderzoek naar tabaksrook en werd oorspronkelijk ontwikkeld als maat voor het aantal rookmomenten of ‘incidenten’. In eerste instantie diende de index als een indicatie van het aantal gerookte sigaretten.

Bij houtstook is de incidentindex echter ook toepasbaar als maatstaf voor de mate van houtrookoverlast. Momenteel kan deze methode uitsluitend worden toegepast op de Plantower PMSA003 fijnstof sensor, omdat deze sensor over de juiste karakteristieken beschikt.

4 Resultaten locatie in eenvoudige statistiek

De meetwaarden die direct van de sensor worden ontvangen, worden aangeduid als onbewerkte data (ook wel ruwe data genoemd). Een kalibratie corrigeert deze onbewerkte data voor invloeden zoals luchtvochtigheid en temperatuur. Na deze correctie spreken we van gekalibreerde data.

Om te beoordelen of de gekalibreerde waarde hoog of laag is, wordt deze vergeleken met het achtergrondniveau. Het achtergrondniveau wordt bepaald op basis van satellietdata.

Voor de gehele periode gelden de volgende gemiddelden, minimum- en maximumwaarden:

Tabel 1: Periode statistiek van 121220 observaties, PM2.5 in µg/m^3

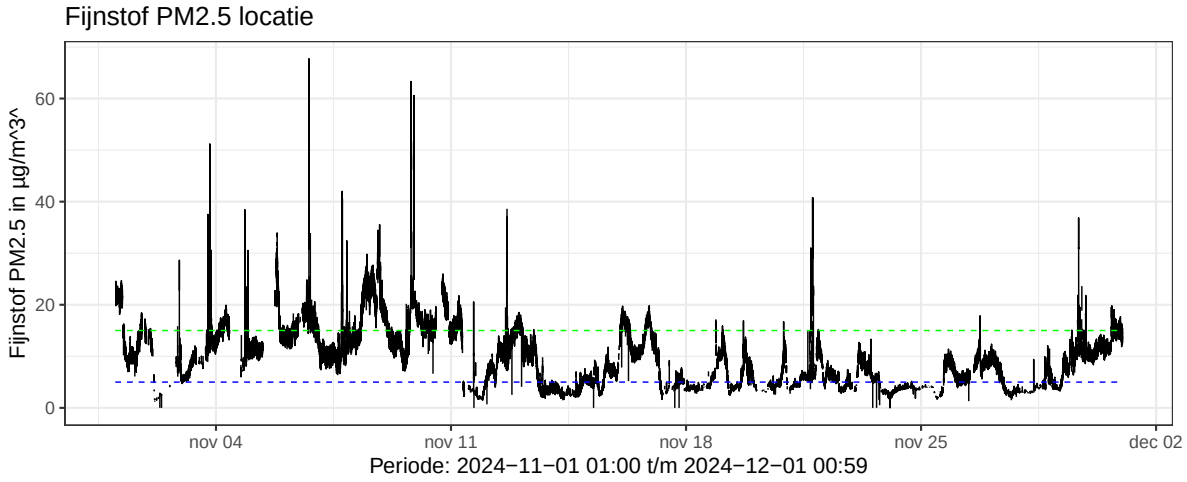
PM2.5	gemiddeld	minimum	maximum
onbewerkt	16.4	0.0	352.3
gekalibreerd	9.7	0.0	67.7
achtergrond	9.7	1.2	27.0
windsnelheid	3.4	0.0	12.8

Uit deze statistiek valt nog weinig te concluderen. De gekalibreerde waarde en achtergrondniveau komen uit twee verschillende systemen waardoor de gemiddelde waarden wel dicht bij elkaar zullen liggen maar kan zelfs het gekalibreerde gemiddelde lager zijn dan het gemiddelde van het achtergrondniveau. Anders is het voor de maximale waarden. Als er sprake is van lokale bronnen (zoals zoals tabaksrook of houtkachels), dan zal het maximum van de gekalibreerde waarde aanzienlijk hoger zijn.

5 Fijnstof in lijngrafiek

In figuur 4 is de gekalibreerde meetwaarde fijnstof PM2.5 over de gehele meetperiode weergegeven. De groene stippellijn geeft de WHO-richtlijn aan voor het 24-uursgemiddelde (15 µg/m^3), de blauwe stippellijn de WHO-richtlijn voor het jaargemiddelde (5 µg/m^3).

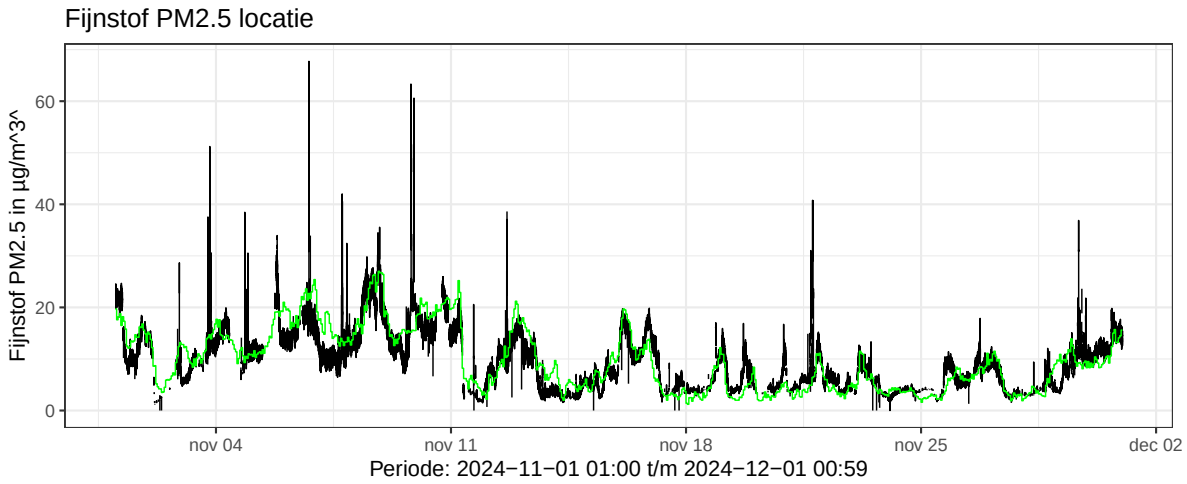
Voor het interpreteren van de lijngrafiek kan de incidentindex van hoofdstuk 7 behulpzaam zijn.



Figuur 4: Lijngrafiek fijnstof PM2.5 in µg/m^3

6 Fijnstof in lijngrafiek met CAMS data

In figuur 5 is de gekalibreerde fijnstofconcentratie PM2.5 over de gehele meetperiode weergegeven. De achtergrondconcentratie is bepaald op basis van CAMS-data en wordt weergegeven als de groene lijn. Alle waarden die boven deze groene lijn uitsteken, worden beschouwd als lokaal toegevoegde fijnstof, afkomstig van bronnen zoals tabaksrook, houtkachels of pelletkachels.



Figuur 5: Lijngrafiek fijnstof PM2.5 en CAMS

7 Incidentindex

De incidentindex geeft een indicatie van de mate van overlast die gedurende de geanalyseerde periode is ervaren. In tabel 2 worden de dagelijkse indexwaarden weergegeven. Door de incidentindex te vergelijken met de lijngrafiek in figuur 4, kunnen de momenten worden geïdentificeerd waarop de index relatief hoge waarden laat zien.

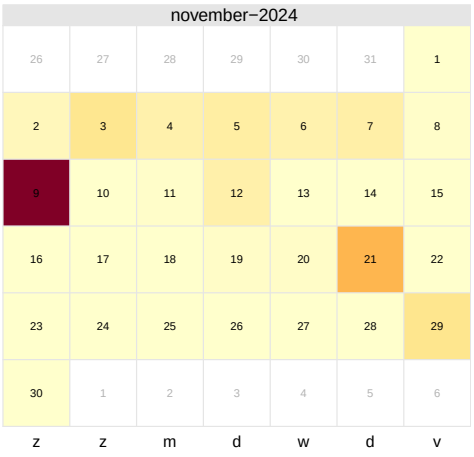
Tabel 2: Incidentindex per dag over de gehele periode

Datum	Index	Hoogste meetwaarde
2024-11-01	**5**	5
2024-11-02	**42**	87
2024-11-03	**33**	165
2024-11-04	**27**	105
2024-11-05	**14**	16
2024-11-06	**28**	250
2024-11-07	**40**	60
2024-11-08	**32**	32
2024-11-09	**27**	86
2024-11-10	**5**	6
2024-11-11	**4**	28
2024-11-12	**18**	57
2024-11-13	**10**	14
2024-11-14	**2**	7
2024-11-17	**9**	15
2024-11-18	**6**	13
2024-11-19	**9**	16
2024-11-20	**4**	14
2024-11-21	**25**	82
2024-11-23	**1**	3
2024-11-26	**2**	13
2024-11-28	**20**	19
2024-11-29	**36**	86
2024-11-30	**7**	7

Tabel 2. Overzicht van de incidentindex gedurende de volledige analyseperiode. De kolom ‘Hoogste meetwaarde’ betreft een ongekalibreerde ruwe meetwaarde en dient daarom uitsluitend als indicatieve aanduiding.

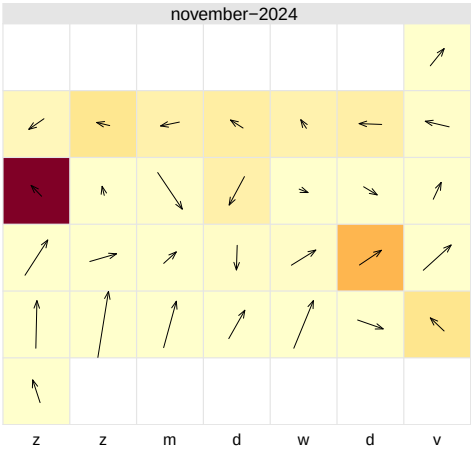
8 Fijnstofkalender

De fijnstofkalender (figuur 6) toont in kleur de dagelijkse lokale bijdrage van rookgassen aan de fijnstofconcentratie. De kleurintensiteit vertegenwoordigt de gemiddelde concentratie fijnstof die wordt toegeschreven aan bijvoorbeeld houtkachels of het roken van tabak. Hoe donkerder de kleur, des te groter de lokale bijdrage.



Figuur 6: Lokale bijdrage rookgassen (Top-waarde)

Figuur 7 toont dezelfde fijnstofkalender, maar in plaats van het dagnummer wordt hier de windrichting en windsnelheid weergegeven met een pijl. Hoe groter de pijl, hoe hoger de gemiddelde windsnelheid op die dag.



Figuur 7: Lokale bijdrage van rookgassen (Top-waarde) met windrichting en windsnelheid

9 Overschrijdingen WHO richtlijn

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft richtlijnen opgesteld voor luchtkwaliteit. Voor fijnstof PM2.5 geldt een advieswaarde van 15 µg/m^3 als 24-uursgemiddelde.

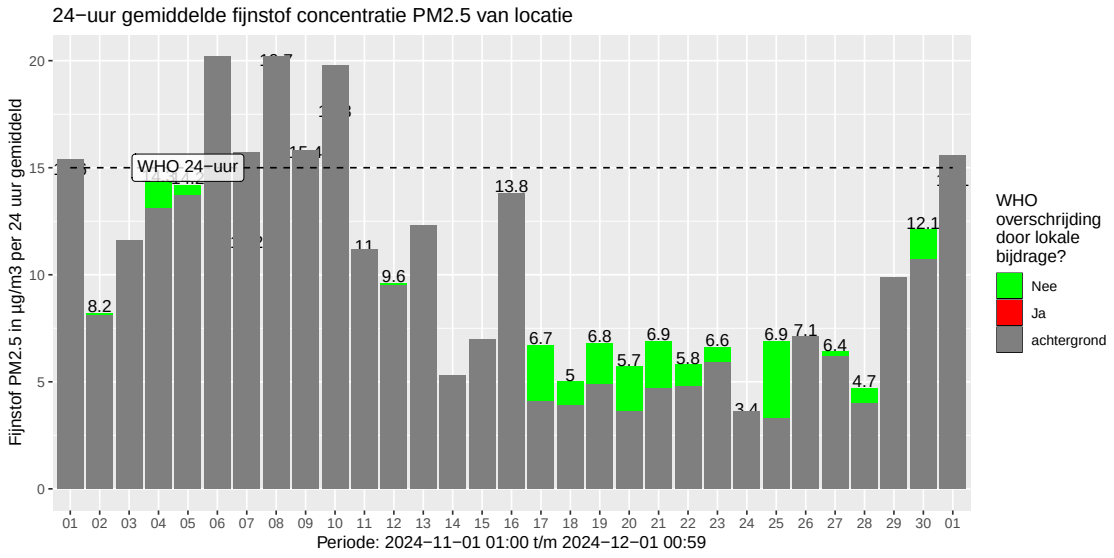
Op basis van de gekalibreerde meetwaarden is per dag het 24-uursgemiddelde (daggemiddelde) berekend en getoetst aan deze WHO-richtlijn. Over de meetperiode van 31 dagen overschreed het daggemiddelde op 4 dagen de WHO-advieswaarde, wat neerkomt op 13% van de dagen.

Voor het achtergrondniveau (CAMS) is dezelfde toetsing uitgevoerd. Hieruit blijkt dat op 7 dagen de WHO-advieswaarde werd overschreden, wat overeenkomt met 23% van de dagen.

In de geselecteerde periode zijn geen overschrijdingen

van de WHO richtlijn (24-uur) geweest als gevolg van rookgassen.

In de grafiek van figuur 8 zijn de dagen met overschrijding in rood aangegeven, de overige in groen. Het 24-uursgemiddelde van het achtergrondniveau is met een grijze kleur aangegeven. De gestippelde lijn geeft de advieswaarde van de WHO aan voor het 24-uursgemiddelde.



Figuur 8: WHO overschrijdingen 24-uurs gemiddelde fijnstof PM2.5

Ook wanneer de 24-uursgemiddelde fijnstofconcentratie onder de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) blijft, sluit dit niet uit dat er sprake is van een probleem met rookgassen *Op dagen met overwegend schone lucht kan in de avonduren een aanzienlijke toename van houtrook optreden. Hierdoor blijft het daggemiddelde wellicht binnen de gestelde norm, terwijl de luchtkwaliteit gedurende specifieke uren alsnog een risico voor de gezondheid kan vormen.*

10 Wind en mate van vervuiling door fijnstof

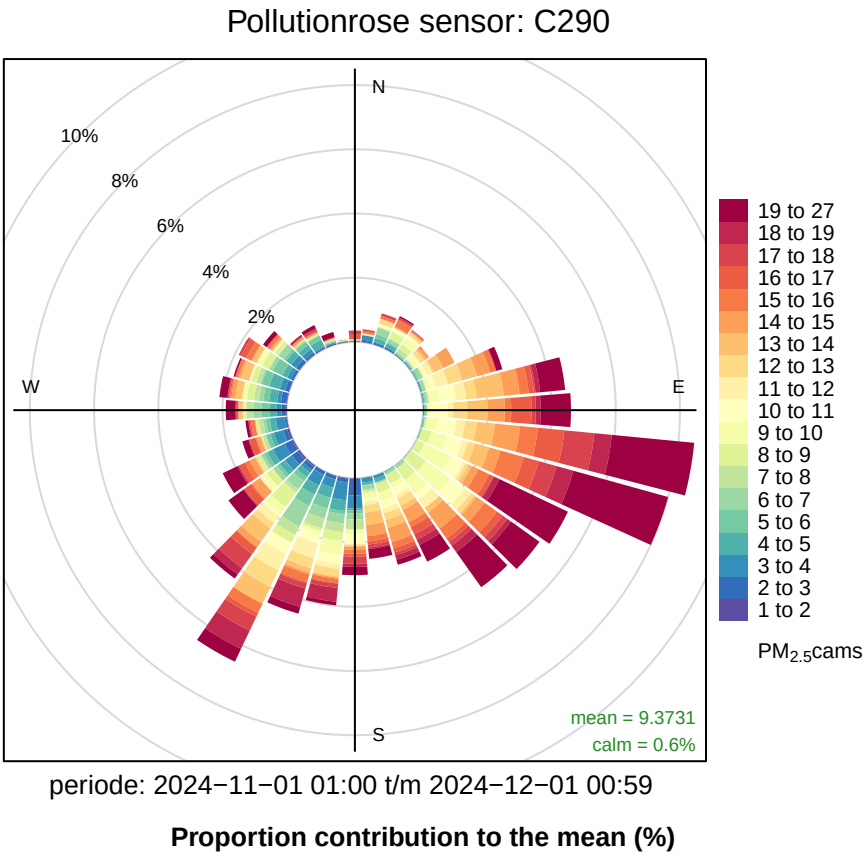
In dit hoofdstuk wordt het verband tussen windrichting, windkracht en fijnstofconcentratie onderzocht. Hiervoor worden **pollutieroos-** en **polarplotdiagrammen** gebruikt om het achtergrondniveau, de gekalibreerde meetwaarde, de topwaarde en de uitschieters te vergelijken.

Een **pollutieroos** is in essentie een windroos, maar in plaats van windsnelheid geeft deze de gemeten fijnstofconcentratie weer. Met behulp van een **polarplot** kan de relatie tussen windrichting, windsnelheid en fijnstofconcentratie **PM2.5** verder worden geanalyseerd.

10.1 Achtergrondniveau

Het achtergrondniveau is de hoeveelheid fijnstof wat gezien kan worden als de 'normale' concentratie op een bepaald moment. 'Normaal' is in dit geval relatief maar om te bepalen wat rookgassen aan fijnstof toevoegt, heb je een basisniveau nodig, een concentratie fijnstof, wat ook zonder de rookgassen al aanwezig zou zijn. Dit basisniveau wordt achtergrondniveau genoemd. Voor het achtergrondniveau wordt een gemiddelde concentratie over een groter gebied (6x11km) bepaald met behulp van satellietdata.

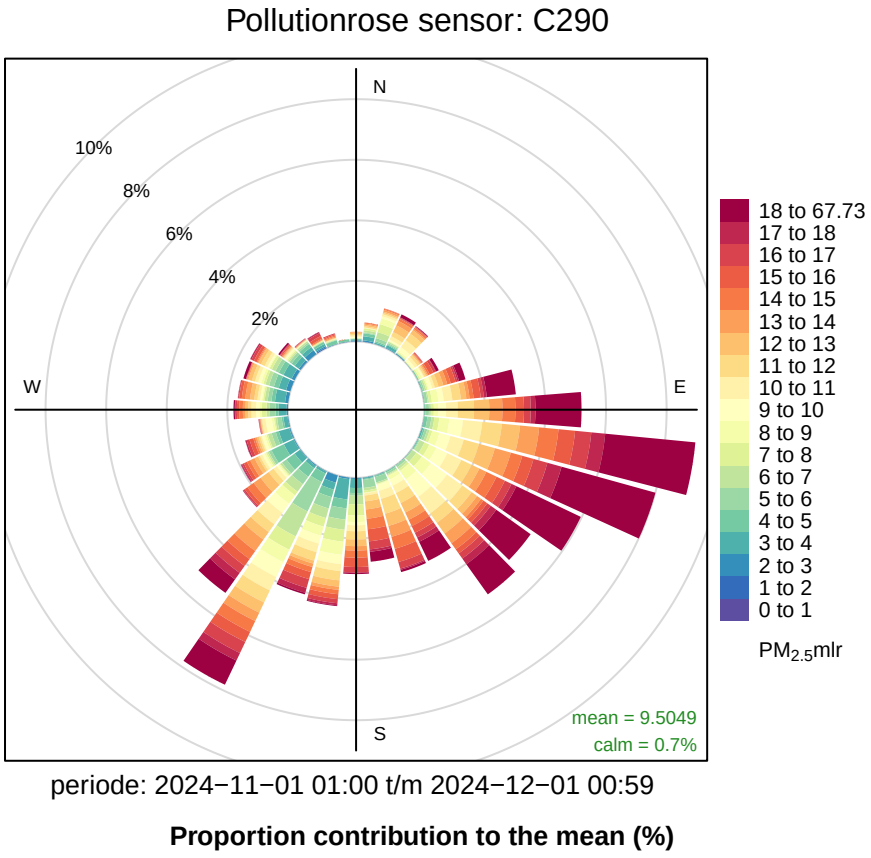
In onderstaande pollutieroos de weergave van het achtergrondniveau fijnstof PM2.5 in µg/m³. Deze diagram laat zien welke fijnstof belasting er zou zijn geweest zonder rookgassen.



Figuur 9: Pollutieroos achtergrondniveau

10.2 Gekalibreerde meetwaarde

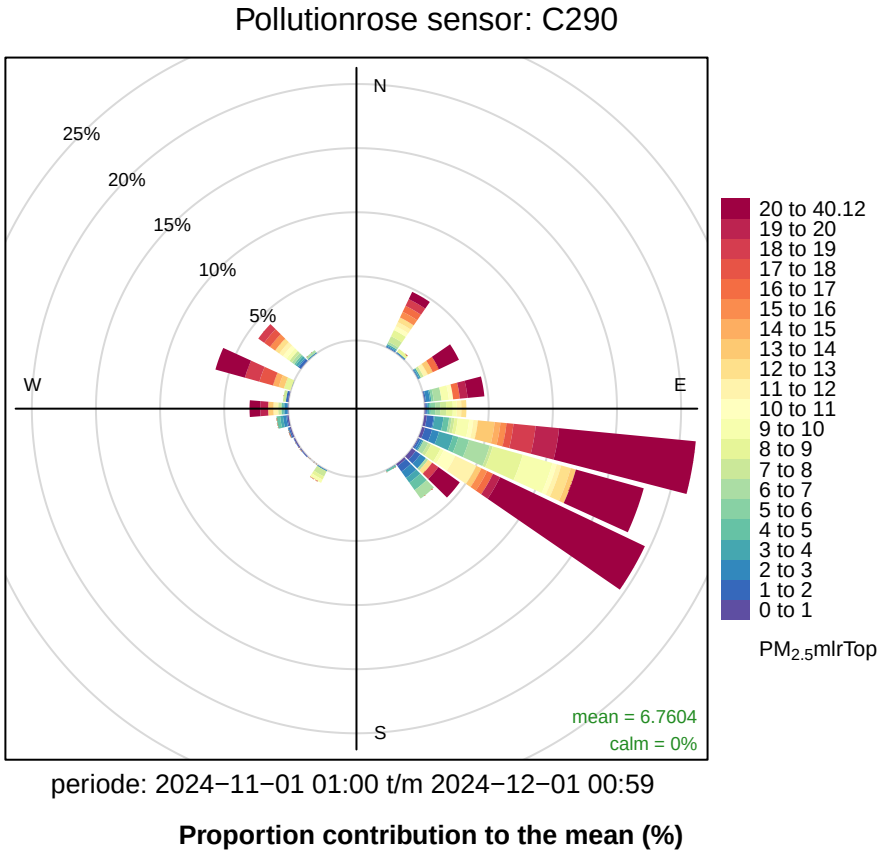
De op de locatie gemeten fijnstof is in de pollutieroos van figuur 10 weergegeven. Dit is de totale gekalibreerde concentratie fijnstof, inclusief het achtergrondniveau. Door het aandeel van het achtergrondniveau zijn er veel overeenkomsten met de pollutieroos van figuur 9, maar hoe meer rookgassen, hoe meer verschillen hier te zien zijn. Bijvoorbeeld zal de maximale meetwaarde fijnstof PM2.5 in µg/m³ door rookgassen hoger zijn.



Figuur 10: Pollutieroos gekalibreerde meetwaarde

10.3 Top-waarde, lokale bijdrage rookgassen

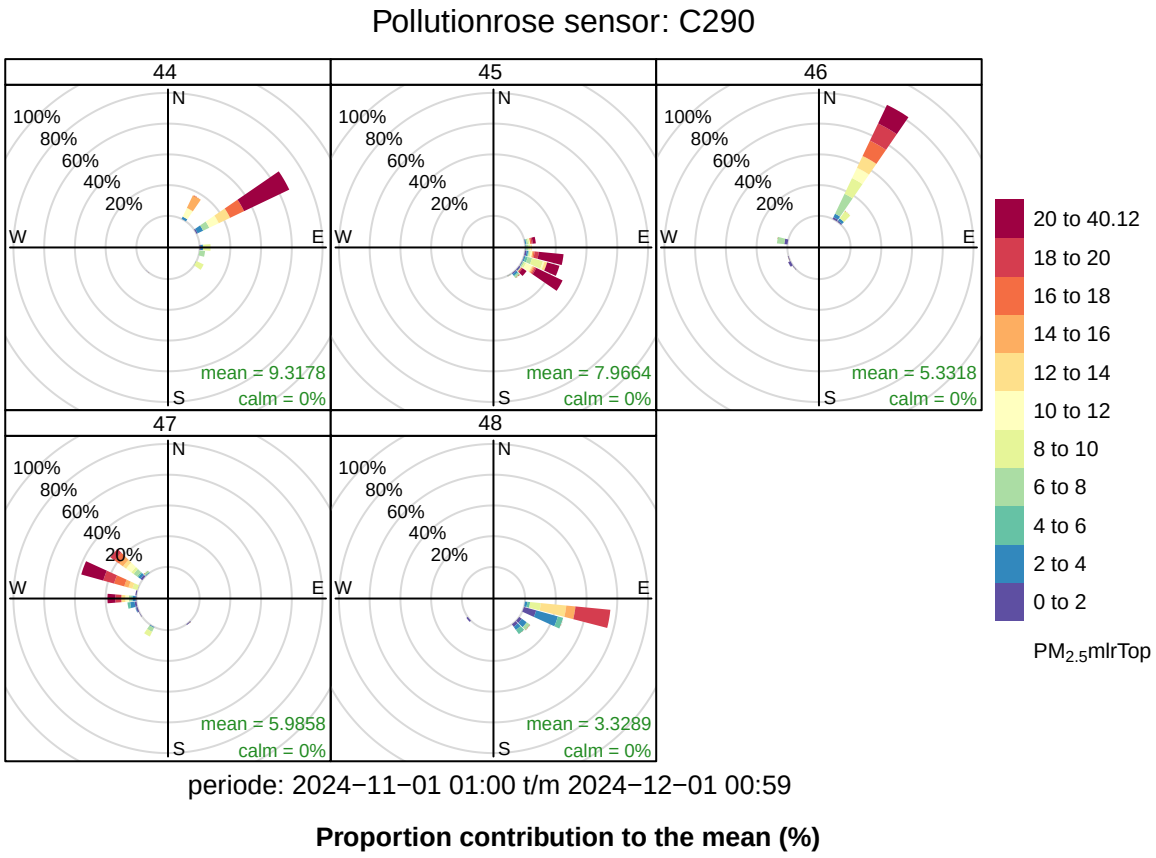
Door de gemeten fijnstofconcentratie te verminderen met het deel van het achtergrondniveau, krijg je een beter beeld van de lokaal bijdrage. De windrichting biedt daarbij een goede aanwijzing voor de mogelijke locatie(s) van de bron(nen). Het is echter belangrijk om rekening te houden met omgevingsfactoren, zoals gebouwen en bomen, die de luchtstroming kunnen beïnvloeden.



Figuur 11: Pollutieroos van alleen Top-waarde toont lokale fijnstofbronnen, zoals houtkachels of rokers.

10.3.1 Pollutieroos Top-waarde per week

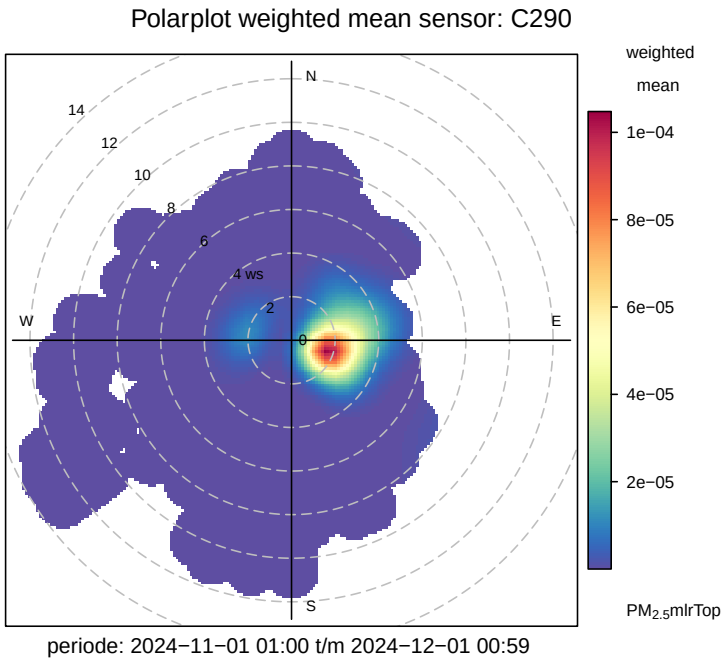
Door de informatie per week weer te geven, wordt zichtbaar dat er in de tijd grote verschillen kunnen optreden. Dit hangt mede af van de windrichting, die per week sterk kan variëren.



Figuur 12: Pollutieroos Top-waarde per week

10.3.2 Polarplot Top-waarde

De polarplot laat zien uit welke windrichting en bij welke windsnelheid de meeste fijnstof is gemeten. Met 'hotspots' worden de locaties van de grootste vervuilers zichtbaar, of in elk geval de richting waarin gezocht moet worden. Mogelijk kan ook de afstand tot de bron worden ingeschat, al spelen hierbij meerdere factoren een rol, zoals de plaats waar gerookt wordt, de hoogte van de schoorsteen en de positie van de meetapparatuur. Daarnaast kunnen omgevingsfactoren, zoals gebouwen en bomen, de meetresultaten beïnvloeden. Voor een beter begrip van deze aspecten is nader onderzoek nodig.



Figuur 13: Polarplot alleen Top-waarde, gehele periode. Waarde bij cirkel geeft windsnelheid in m/s.

11 Rookgedrag en Stooktrends (Rook- en stookgedrag)

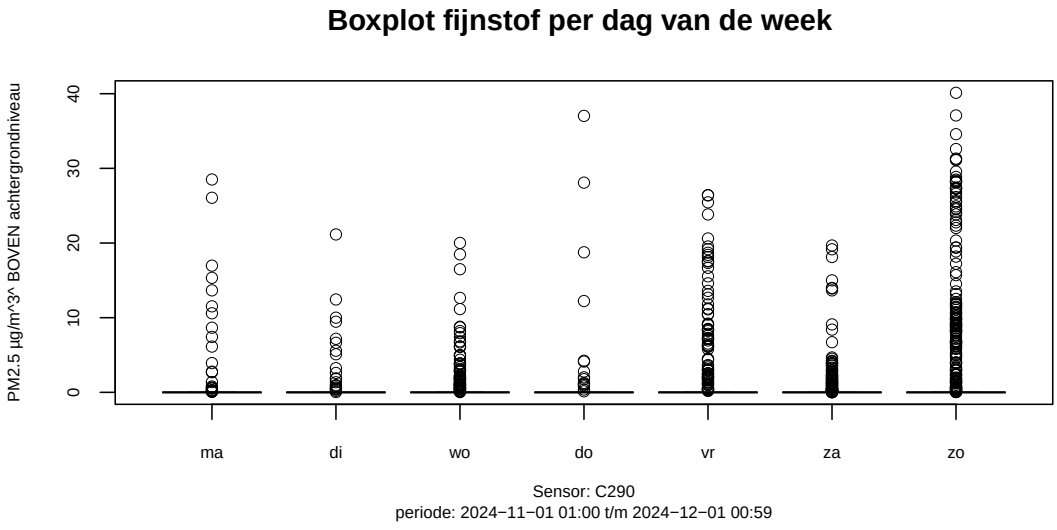
Rookgedrag en stooktrends kunnen in kaart worden gebracht door de topwaarden van de sensor om te zetten in boxplotdiagrammen. In de onderstaande diagrammen zijn boxplots weergegeven voor zowel de dag van de week als het uur van de dag. Voor de uren geldt dat '00' staat voor metingen tussen 00:00 en 01:00 uur, '01' voor metingen tussen 01:00 en 02:00 uur enzovoort.

Met behulp van deze boxplots is zichtbaar op welke dagen van de week er meer of minder wordt gestookt. De rondjes in de diagrammen geven de mate van variatie in rookconcentratie weer: veel rondjes duiden op grote verschillen in fijnstofconcentratie. Houtrook veroorzaakt doorgaans sterke concentratieschommelingen in de lucht. Naarmate de afstand tot de bron groter wordt, wordt de fijnstofconcentratie homogener, wat resulteert in minder uitschieters (rondjes) in de boxplot.

Let op: de in de boxplot weergegeven fijnstofconcentratie (PM2.5 in µg/m³) is exclusief het achtergrondniveau!

11.0.1 Rookgedrag/stooktrend per dag van de week

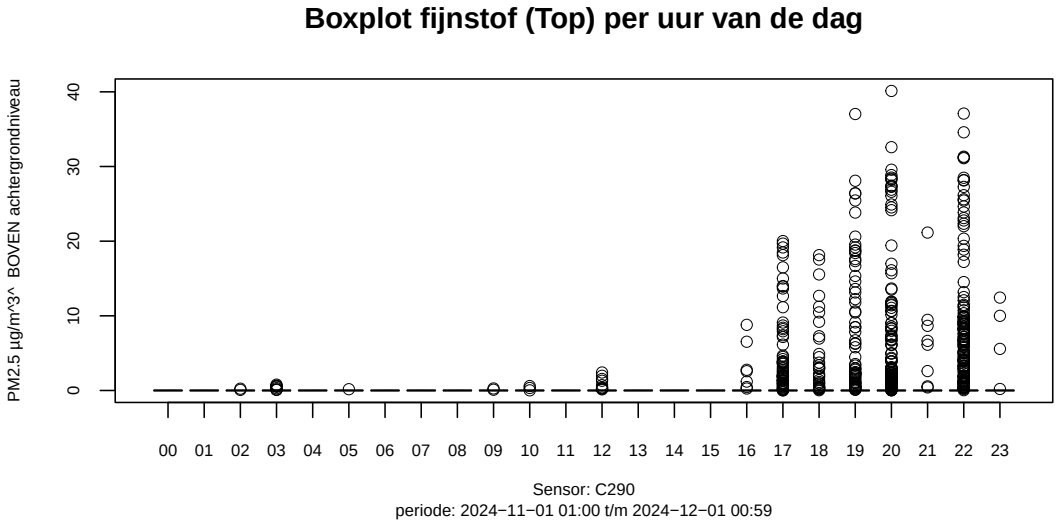
In de onderstaande boxplot de resultaten voor de maandag tot en met zondag over de gehele periode.



Figuur 14: Stooktrend dag van de week (over gehele periode gezien)

11.0.2 Rookgedrag/stooktrend per uur van de dag

De boxplot per uur van de dag (over de gehele meetperiode gezien) laat de stooktrend over de 24 uren van de dag zien. Bij houtstook zal in veel gevallen vooral de avonduren in beeld komen, dan wordt het immers wat kouder en wordt de kachel aangestoken voor een behagelijke avond. Soms ook de ochtenduren en of in het begin van de middag.

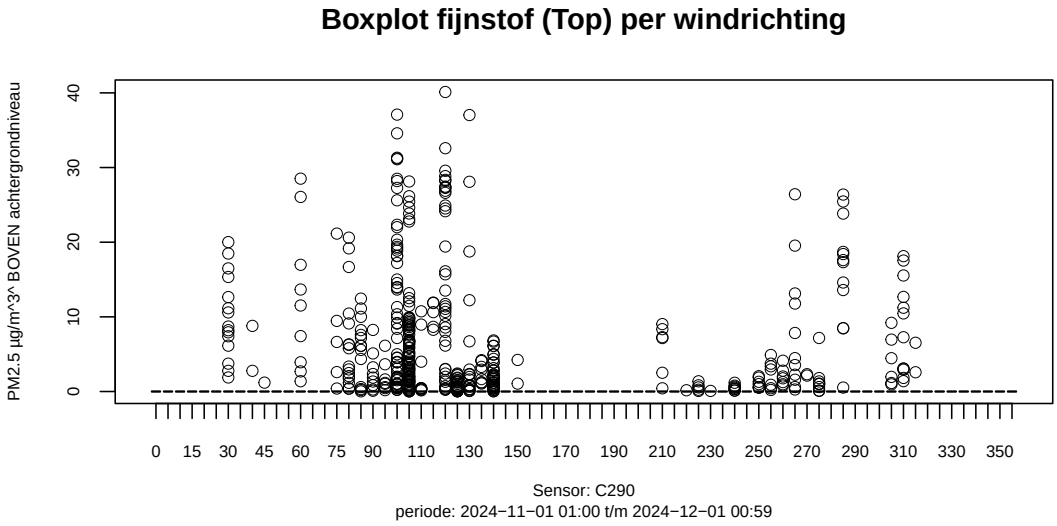


Figuur 15: Stooktrend uur van de dag (over gehele periode gezien)

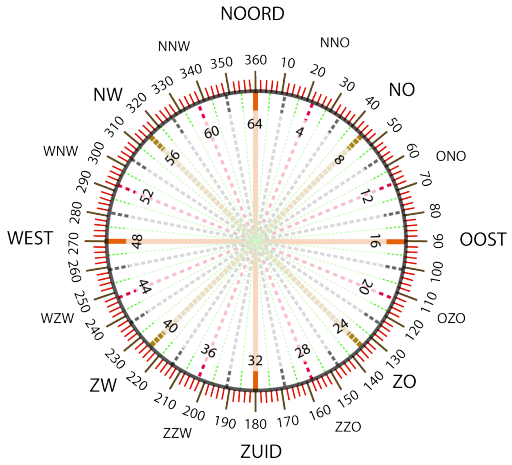
11.0.3 Rookgedrag/stooktrend per windrichting

Een boxplot met de Top-waarden ingedeeld naar windrichting geeft extra informatie over de locatie van de bron of bronnen. Door in te zoomen op een specifieke dag of periode met hoge concentraties fijnstof, kan met de windrichting de locatie van een bron worden herleid. De nauwkeurigheid is afhankelijk van de wind, afstand en omgevingsfactoren (bomen/gebouwen/etc.). Het aantal uitschieters zegt iets over de afstand tot de bron. Veel uitschieters betekent dichtbij de bron, minder uitschieters is verder weg. Wind (snelheid) heeft invloed op de verdeling van fijnstof in de lucht.

De schaalindeling onder de boxplot diagram zijn de 360 graden van de windrichtingen welke met behulp van figuur 17 te herleiden zijn.



Figuur 16: Stookgedrag per windrichting (over gehele periode gezien)



Figuur 17: Windroos door Ed Stevenhagen op de Nederlandstalige Wikipedia

12 Conclusie

Uit de Incidentindex blijkt dat er in deze periode op veel dagen sprake moet zijn geweest van overlast door houtrook. De fijnstofkalender laat daarbij zien dat deze overlast vooral optreedt bij oost- tot zuidoostelijke wind.

Hoewel deze dagen met houtrook niet hebben geleid tot overschrijdingen van de WHO-richtlijn, kan dit beslist niet als geruststelling worden gezien. Urenlang zeer ongezonde lucht inademen – met name in de avonduren – kan namelijk plaatsvinden zonder dat de richtlijnwaarden worden overschreden.

De polarplot op pagina 17 onderstreept het probleem van deze locatie. Met de sensor in het middelpunt van het diagram is duidelijk te zien uit welke richting de rook afkomstig is, tot en met windkracht 3.

Er wordt dagelijks gestookt, doorgaans vanaf vier uur in de middag tot elf uur 's avonds. Dat betekent dat omwonenden dagelijks zeven tot acht uur lang ongezonde lucht met rook moeten inademen, tenzij de windrichting gunstig is.

13 Bijlagen

13.1 Omrekentabel

Omrekentabel voor windsnelheid in meter per seconde naar windkracht en omgekeerd.

Tabel 3: Omzettabel windsnelheid / windkracht

Windsnelheid	Windkracht	Omschrijving
0,0 – 0,3	0	stil
0,3 - 1,6	1	zeer zwak
1,6 – 3,4	2	zwak
3,4 - 5,5	3	vrij matig
5,5 – 8,0	4	matig
8,0 – 10,8	5	vrij krachtig
10,8 – 13,9	6	krachtig
13,9 – 17,2	7	hard
17,2 – 20,8	8	stormachtig
20,8 – 24,5	9	storm
24,5 – 28,5	10	zware storm
28,5 – 32,7	11	zeer zware storm
32,7 -	12	orkaan

13.2 Parameters voor deze raportage

Tabel 4: Default params

variable	label
configFolder	.
topMarge	8
iqrMarge	1.5
who24	15

Tabel 5: Config params

variable	label
reportId	202411_C290
periodId	202411
periodDescription	november 2024
locationName	
locationCityName	Arnhem
locationAddress	
locationCountry	Nederland
author	Scapeler
version	0.1