Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Depositie onderzoek IJmond voorjaar 2022

Monstername en analyse van PAK en metalen in neergedaald stof in de IJmondregio

RIVM-rapport 2022-0125
M.G. Mennen et al.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Depositie onderzoek IJmond voorjaar 2022

Monstername en analyse van PAK en metalen in
neergedaald stof in de IJmondregio

RIVM-rapport 2022-0125

Colofon

© RIVM 2022
Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Het RIVM hecht veel waarde aan toegankelijkheid van zijn producten. Op dit moment is het echter nog niet mogelijk om dit document volledig toegankelijk aan te bieden. Als een onderdeel niet toegankelijk is, wordt dit vermeld. Zie ook www.rivm.nl/toegankelijkheid.

DOI 10.21945/RIVM-2022-0125

M.G. Mennen (auteur), RIVM
J.E. Elberse (auteur), RIVM
E.M. van Putten, RIVM
M.E. Boshuis-Hilverdink, RIVM
N.J. Masselink, RIVM
M.S.A. von den Benken, RIVM
P.H.J. Keizers, RIVM

Contact:
Marcel Mennen
Centrum Veiligheid
marcel.mennen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Provincie Noord-Holland en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, in het kader van Onderzoek naar de leefomgeving in de IJmond regio.

Dit is een uitgave van:
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Onderzoek naar neergedaald stof in de IJmond

Het RIVM heeft voor de tweede keer uitgebreid onderzocht hoeveel polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en metalen in stof in de omgeving van Tata Steel op de grond neerdalen. Dit stof veroorzaakt overlast in de buurt van het Tata Steel terrein en roept bij bewoners vragen op of het gezond is.

De resultaten bevestigen de bevindingen van onderzoek van het RIVM uit 2020 dat in de IJmond grotere hoeveelheden PAK en metalen in neergedaald stof worden aangetroffen dan elders in Nederland.
Wel is per dorp het beeld iets anders dan in 2020. In Wijk aan Zee, waar in het vorige onderzoek veel PAK en metalen werden gevonden, waren de hoeveelheden nu lager. Dat kwam onder andere doordat er in het voorjaar van 2022 meer zuidwestenwind was dan normaal. Hierdoor was de hoeveelheid in Beverwijk nu juist hoger. In de andere dorpen wisselde het beeld: op sommige plekken zijn minder PAK en metalen gevonden, op andere juist weer meer. Alleen de hoeveelheid ijzer is in het hele IJmond-gebied lager dan in 2020. Dit zou erop kunnen wijzen dat Tata Steel minder ijzer in grof stof heeft uitgestoten.

Het RIVM heeft het onderzoek uitgevoerd in het voorjaar van 2022 in verschillende dorpen rond het terrein van Tata Steel. Daarnaast hebben we monsters genomen op achtergrondlocaties. In deze gebieden zijn er niet zoveel grote bronnen die stof uitstoten, zoals zware industrie, grote verkeerswegen en scheepvaart. De metingen zijn vergeleken met metingen die in het najaar van 2020 op dezelfde plekken zijn uitgevoerd.

Het is nog niet duidelijk of de maatregelen die Tata Steel heeft aangekondigd om minder stof uit te stoten, effect hebben in de omgeving. Om te kunnen zien of de hoeveelheid neergedaald stof met PAK en metalen in de IJmond verandert, is het nodig om langere tijd metingen te doen. Het RIVM adviseert daarom de metingen de komende jaren te blijven doen.

Kernwoorden: IJmond, PAK (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen), metalen, Tata Steel, depositie, neergedaald stof, emissies, leefomgeving, gezondheid

Synopsis

Study into PAH and metals in dust deposited in the IJmond region

For the second time, RIVM has conducted an extensive study into the amount of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and metals in dust particles deposited in the vicinity of Tata Steel. These dust particles have been causing annoyance in the vicinity of the steel works and has raised health concerns among local residents.

The results confirm the findings of the RIVM study conducted in 2020. Larger amounts of PAH and metals are present the coarse dust particles that has deposited settling in the IJmond region than in areas in the Netherlands without major sources of dust (background locations). However, the overall picture per town is slightly different than in 2020. The amounts detected in Wijk aan Zee, where the previous study found large amounts of PAH and metals, were lower on this occasion. This was partly due to the fact that there was more south-westerly wind than usual in the spring of 2022. As a result, the amounts recorded in Beverwijk were higher on this occasion. Amounts varied in other towns, with fewer PAH and metals detected in certain locations and larger amounts being detected in others. Only the amount of iron detected was lower across the entire IJmond region compared to 2020, which could indicate that Tata Steel has emitted less iron in coarse dust.

RIVM has conducted this study in the spring of 2022 around various towns in the vicinity of Tata Steel. In addition, samples were taken at background locations. These areas do not contain many major sources that emit dust, such as heavy industry, major motorways and shipping. The measurements were compared with measurements carried out at the same locations in the autumn of 2020.

It is as yet unclear as to whether the measures announced by Tata Steel aimed at reducing dust emissions do have any effect on the environment. In order to determine whether the amount of deposited dust containing PAH and metals in the IJmond region will change, measurements over a longer period of time are required. RIVM therefore recommends to continue these measurements in the years to come.

Keywords: PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons), metals, dust deposited, IJmond region, Tata Steel, emissions, living environment, health

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 13
1.1 Aanleiding — 13
1.2 Ander onderzoek in de IJmond — 14
1.3 Doelstelling en opzet depositieonderzoek — 14
1.4 Leeswijzer — 15

2 Opzet, methoden en uitvoering depositiemetingen — 17
2.1 Verspreiding en depositie van stofdeeltjes — 17
2.2 Meetlocaties: selectie en overzicht — 17
2.3 Meetlocaties: clustering — 20
2.4 Werkwijze monstername — 21
2.5 Analyses op metalen en PAK — 22
2.6 Waarnemingen deelnemende bewoners — 23
2.7 Uitval van metingen — 23

3 Resultaten depositiemetingen — 25
3.1 Weersomstandigheden tijdens de meetperiodes — 25
3.1.1 Windrichting — 25
3.1.2 Neerslag — 27
3.2 Waarnemingen en meldingen — 29
3.3 Depositie meetwaarden: inleiding — 31
3.4 Depositie PAK — 31
3.5 Depositie metalen — 38
3.6 Samenvatting depositie PAK en metalen — 50

4 Vergelijking met meetwaarden onderzoek 2020 — 53
4.1 Vergelijking PAK-depositie — 53
4.2 Vergelijking depositie metalen — 55
4.3 Samenvatting vergelijking depositie PAK en metalen — 62

5 Beschouwing en conclusies — 65

Dankwoord — 67

Referenties — 69

Lijst met afkortingen — 73

Bijlage 1 Beschrijving van de methoden voor bemonstering — 75

Bijlage 2 Nadere toelichting op de analyseprocedures — 78

Bijlage 3 Waarnemingenformulier — 79

Bijlage 4 Referentiewaarden depositie aan PAK en metalen — 82

Samenvatting

Inleiding

De IJmond heeft te maken met milieubelastende activiteiten als verkeer, scheepvaart en zware industrie, in het bijzonder de staalproducent Tata Steel. De emissies die afkomstig zijn van het Tata Steel-terrein hebben effect op de leefomgeving. Neergedaald stof rondom het Tata Steel-terrein, dat onder meer zichtbaar is op bijvoorbeeld vensterbanken en tuinmeubelen, veroorzaakt overlast en roept vragen op over de invloed op de gezondheid.
In het najaar van 2020 heeft het RIVM een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de hoeveelheden polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) en metalen in neergedaald stof in het IJmondgebied. Dit onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat het stof in de omgeving van het Tata Steel-terrein verhoogde tot sterk verhoogde hoeveelheden PAK en metalen bevat ten opzichte van achtergrondlocaties. Dat zijn locaties in gebieden die niet direct worden beïnvloed door emissies uit grote bronnen van stof, zoals zware industrie, afvalverbrandingsinstallaties, grote verkeerswegen en scheepvaart. Ook concludeerde het RIVM dat de geschatte blootstelling aan lood en PAK, beide Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS), in het neergedaalde stof voor jonge kinderen dusdanig hoog waren dat dit ongewenst is voor de gezondheid.

Herkomst van PAK en metalen in neergedaald stof

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft in een vervolgonderzoek uit 2021 naar de herkomst van de PAK en metalen in het stof geconcludeerd dat een aanmerkelijk deel van de PAK en een aantal metalen afkomstig zijn van Tata Steel. Van zowel PAK als verschillende metalen die in het stof zijn aangetroffen (onder andere ijzer, mangaan, vanadium en chroom) is bekend dat deze vrijkomen bij processen en uit materiaalopslagen van de staalindustrie. Daarnaast zijn er in algemene zin andere bronnen van PAK en metalen die kunnen bijdragen aan de verhoogde depositie in de IJmond. Te denken valt aan energiecentrales, afvalverbranding, verschillende industriële bronnen, houtstook, weg- en treinverkeer, scheepvaart, en ook opwaaiend bodemstof en zogenaamde urban dust': stof van bouwmaterialen, verf, slijtage van materialen, wegen en banden, vuurwerkresten en stof dat vrijkomt als gevolg van 'historische' bodemverontreiniging. Uit de analyses naar de herkomst van PAK en metalen in (grof) stof kon niet worden gespecificeerd wat de relatieve, afzonderlijke bijdrage van deze bronnen is aan de gemeten depositiewaarden in het IJmondgebied.

Doelstelling van het depositieonderzoek voorjaar 2022

Op basis van de resultaten van deze onderzoeken heeft het RIVM aanbevolen om gedurende enkele jaren de depositie van PAK en metalen in de IJmond herhaaldelijk te meten (monitoren). Door in de loop der tijd op dezelfde wijze depositiemetingen met een bepaalde regelmaat te herhalen worden trends duidelijk. Op die manier kan ook worden onderzocht of maatregelen die het bedrijf heeft aangekondigd om de stofuitstoot te verminderen effect hebben in de leefomgeving.

Het in dit rapport beschreven onderzoek is een eerste herhaling van de depositiemetingen die het RIVM in 2020 heeft gedaan. Aan de hand van metingen in het voorjaar van 2022 is opnieuw bepaald hoeveel PAK en metalen aanwezig zijn in neergedaald stof in het IJmondgebied. In het najaar van 2022 zal het RIVM de metingen nog een keer doen, waarna ze de resultaten daarvan in een volgend rapport zal rapporteren.

Anders dan in 2020 hebben we geen metingen uitgevoerd van de depositie binnen in woningen. De reden hiervoor is dat bij het onderzoek in 2020 is geconstateerd dat de hoeveelheden PAK en metalen in neergedaald stof in woningen veel lager zijn dan buiten en zeer weinig bijdragen aan een mogelijk gezondheidsrisico voor de bewoners. Ook hebben we bij dit onderzoek in 2022 geen risicobeoordeling uitgevoerd. We kennen de gezondheidsrisico's immers op basis van de eerder uitgevoerde onderzoeken en het heeft geen meerwaarde de risicobeoordeling nu te herhalen.

Aanpak monstername

Op dezelfde wijze als in het onderzoek in 2020 heeft het RIVM in het voorjaar van 2022 depositiemetingen uitgevoerd. Op 22 locaties in Wijk aan Zee, Beverwijk, Velsen, IJmuiden en Heemskerk hebben de onderzoekers stof verzameld, zogenoemde veegmonsters. Bij het selecteren van locaties voor de veegmonsters hebben we rekening gehouden met verschillende windrichtingen en afstanden ten opzichte van het Tata Steel-terrein. Daarnaast zijn net als in 2020 metingen gedaan op vier locaties buiten de IJmond (De Zilk, De Rijp, Castricum, Amersfoort) om achtergrondwaarden te bepalen. De metingen zijn uitgevoerd in drie opeenvolgende perioden van elk ruim twee weken. De veegmonsters zijn geanalyseerd op de aanwezigheid van PAK en metalen.

Resultaten: depositie PAK en metalen

De resultaten van de analyses laten zien dat er, net als in het najaar van 2020, op de meetlocaties in het IJmondgebied meer PAK en metalen in de veegmonsters zijn gemeten dan op de achtergrondlocaties. De gemeten deposities in Wijk aan Zee zijn nu lager dan in 2020, maar in Beverwijk juist hoger. Dat heeft onder meer te maken met verschillen in weersomstandigheden, vooral in de windrichting, tussen beide onderzoeksperioden. In de andere woongebieden is het beeld wisselend, dat wil zeggen, op sommige locaties en van sommige metalen is de depositie in dit onderzoek hoger dan in 2020 en van andere is die lager. De verschillen in meetwaarden tussen beide onderzoeksperioden kunnen ten dele ook het gevolg zijn van variaties in emissies uit de bronnen op het terrein van Tata Steel en andere bronnen in het gebied. Daarnaast spelen andere factoren een rol, zoals de invloed van het terrein (duingebied) en neerslag op de verspreiding van (grof) stofdeeltjes.

Vanwege dit wisselende beeld en de genoemde onzekerheden kunnen we geen uitspraak doen over een af- of toename van de emissies van PAK en metalen als gevolg van de bedrijfsactiviteiten van Tata Steel sinds de metingen in 2020. Alleen voor ijzer zijn de depositie meetwaarden in het hele gebied lager, wat zou kunnen wijzen op een

afname van de emissies van ijzeroxide en ijzer (poeder) uit bepaalde bronnen.
De depositiewaarden van lood, zink en koper laten een afwijkend patroon zien dan die van bijvoorbeeld ijzer, mangaan, vanadium en chroom. Dit doet vermoeden dat naast emissies die afkomstig zijn van het terrein van Tata Steel ook andere bronnen een bijdrage hebben geleverd.

Conclusie

Dit onderzoek laat zien dat er, net als in 2020, sprake is van structureel verhoogde depositie aan PAK en een groot aantal metalen in het IJmondgebied. Alleen van ijzer is de gemeten depositie in het hele gebied lager dan tijdens het onderzoek in 2020. Dit kan wijzen op een afname van de emissies van ijzeroxide en ijzer (poeder). Voor de meeste andere metalen en ook voor PAK kunnen we op basis van dit onderzoek niet vaststellen of de emissies hoger of lager zijn dan tijdens het onderzoek in 2020. Dat betekent dat de conclusies uit het onderzoek van 2020 over de risico's voor de gezondheid niet veranderd zijn.
Van PAK en verschillende metalen is bekend dat deze kunnen vrijkomen bij processen en uit materiaalopslagen van de staalindustrie. Maar ook andere bronnen kunnen hebben bijgedragen aan de verhoogde depositie aan PAK en metalen in het IJmondgebied. Op grond van dit depositieonderzoek is niet te specificeren wat de relatieve, afzonderlijke bijdrage van de verschillende bronnen is.
Om vast te kunnen stellen of emissies substantieel afnemen, zullen de depositiemetingen over langere tijd meerdere malen herhaald moeten worden (monitoren).

Dit onderzoek maakt deel uit van het depositieonderzoek IJmond, dat het RIVM uitvoert in opdracht van de provincie Noord-Holland en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De IJmond heeft te maken met milieubelastende activiteiten, zoals verkeer, scheepvaart en zware industrie. Vooral de emissies en verspreiding van stoffen en stofdeeltjes die afkomstig zijn van het Tata Steel-terrein veroorzaken overlast bij omwonenden en roepen vragen op over de invloed op de gezondheid: "Wat zit erin, word ik er ziek van en waar komt het vandaan?" In 2018 zorgden zogenoemde grafietregens voor een toename van de zorgen van omwonenden van Tata Steel, met name in Wijk aan Zee.

In 2019 en 2020 heeft het RIVM, in opdracht van de provincie Noord-Holland, verschillende onderzoeken uitgevoerd naar neergedaald stof, depositie genoemd, in Wijk aan Zee en andere gemeenten in het IJmondgebied. Daarbij is ook inzicht verkregen in de risico's voor de gezondheid door blootstelling aan dit stof (Geraets en Schulpen, 2019; RIVM, 2020; Mennen et al., 2021).
Het onderzoek in 2019 was gericht op de hoeveelheden en samenstelling van grafietregens in Wijk aan Zee. In 2020 heeft het RIVM een uitgebreider onderzoek gedaan naar de hoeveelheden en samenstelling (PAK[1] en metalen) van neergedaald stof in het IJmondgebied in verschillende richtingen rondom het bedrijfsterrein van Tata Steel. Dit onderzoek (Mennen et al., 2021) heeft duidelijk gemaakt dat het stof in de omgeving van dit terrein (sterk) verhoogde hoeveelheden PAK en metalen bevat ten opzichte van waarden op achtergrondlocaties[2]. Ook concludeerden de onderzoekers dat voor jonge kinderen de geschatte blootstelling aan lood en PAK in neergedaald stof dusdanig hoog was dat dit ongewenst is voor de gezondheid.
In een vervolgonderzoek heeft het RIVM de resultaten van dit depositieonderzoek nader geanalyseerd, met als doel beter inzicht te krijgen in de herkomst van de PAK en metalen in het stof. De conclusie luidde onder meer dat een aanmerkelijk deel van de PAK en een aantal metalen in het neergedaalde stof afkomstig zijn van Tata Steel (Elberse et al., 2021).

Op basis van de resultaten van deze onderzoeken heeft het RIVM aanbevolen om gedurende enkele jaren de depositie van PAK en metalen in de IJmond herhaaldelijk te meten (monitoren). Op die manier kan ook worden onderzocht of de maatregelen die het bedrijf heeft aangekondigd om de stofuitstoot te verminderen effect hebben in de leefomgeving. In die zin is het onderzoek in 2020 te beschouwen als een nulmeting. Door in de loop der tijd op dezelfde wijze depositiemetingen met enige regelmaat te herhalen kunnen trends worden bepaald. Dat kan bijdragen aan inzicht in het effect van emissiebeperkende maatregelen die Tata Steel onderneemt in het kader van hun Roadmap+[3]. Daarbij moet wel rekening worden gehouden met

[1] Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
[2] Achtergrondlocaties zijn locaties in gebieden die niet direct worden beïnvloed door emissies uit grote bronnen van stof zoals bepaalde industrie, afvalverbrandingsinstallaties, grote verkeerswegen en scheepvaart.
[3] Zie voor informatie hierover: https://omgeving.tatasteel.nl/roadmap-plus/

verschillende factoren die een rol spelen bij depositie, onder meer door verschillen in weersomstandigheden per meetperiode.

De provincie Noord-Holland en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat hebben het RIVM opdracht gegeven om in 2022 twee depositieonderzoeken te verrichten, één in het voorjaar en één in het najaar. In dit rapport presenteren we de resultaten van het in het voorjaar uitgevoerde depositieonderzoek.

1.2 Ander onderzoek in de IJmond

De depositieonderzoeken maken deel uit van een groter palet aan studies in het IJmondgebied, die in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd of nog doorlopen [4]. Deze studies hebben tot doel beter inzicht te krijgen in de gezondheid van bewoners, de kwaliteit van de leefomgeving, de ervaren overlast van stoffen, geur en geluid en de mogelijke relatie met bronnen van schadelijke stoffen.

Voor het basisonderzoek en gezondheidsonderzoek in het IJmondgebied die het RIVM van 2019 t/m 2021 heeft uitgevoerd heeft ze een klankbordgroep geformeerd, bestaande uit een aantal bewoners van het IJmondgebied en enkele experts op het gebied van gezondheid en milieu. Deze klankbordgroep is gecontinueerd en blijft als zodanig betrokken bij de depositieonderzoeken. De klankbordgroep reflecteert op de RIVM-onderzoeken, de resultaten hiervan en de communicatie hierover. Het RIVM gebruikt de input van de klankbordgroep om het onderzoek vorm te geven en zo helder mogelijk over de resultaten te communiceren.

1.3 Doelstelling en opzet depositieonderzoek

De doelstelling van het depositieonderzoek is het bepalen van de depositie en samenstelling (PAK en metalen) van neergedaald stof in de IJmond regio, en wel in de woongebieden Wijk aan Zee, Beverwijk, Velsen-Noord, Heemskerk en IJmuiden. Dit geeft inzicht in de depositie in verschillende windrichtingen ten opzichte van het bedrijfsterrein van Tata Steel.
Het onderzoek is grotendeels identiek opgezet aan de metingen die het RIVM in het najaar van 2020 heeft gedaan, zodat een goede vergelijking met de resultaten van die metingen mogelijk is. Dit geldt voor zowel de gebruikte methode, de duur van de meetperioden als de locaties. Net als in 2020 hebben we het aantal en de ligging van de locaties zodanig gekozen dat een representatief beeld van de depositie aan PAK en metalen in het IJmondgebied kan worden verkregen. Ook zijn er per locatie drie keer veegmonsters genomen, met een interval van ruim twee weken. Op deze wijze kunnen we het effect van weersomstandigheden en windrichtingen op de metingen beter in kaart brengen.
Voor het bemonsteren van het stof wordt, net als in 2020, de PDT-sombakmethode (zie paragraaf 2.4) gebruikt. Hiermee wordt de totaaldepositie van PAK en metalen bepaald. In 2020 zijn ook monsters genomen met de PDT-standaardmethode op enkele locaties die deel uit maakten van het onderzoek naar de grafietregens (Mennen et al., 2021). De PDT-standaardmethode wordt nu niet toegepast, omdat

[4] Zie voor een overzicht van uitgevoerde en lopende onderzoeken: https://www.rivm.nl/tata-steel.nl

daarmee niet de totaaldepositie over een gespecificeerde periode wordt bepaald[5].

Wat betreft de samenstelling hebben we er, net als in de eerder uitgevoerde depositieonderzoeken, voor gekozen het stof te analyseren op PAK en metalen[6]. Van PAK en een aantal metalen is bekend dat ze vrijkomen bij de productie van staal (Liberti et al., 2006; Almeida et al., 2015; Nijhuis en Van Strien, 2015; Khaparde et al., 2016; Beddows en Harrison, 2018; Small et al., 2021), terechtkomen in de leefomgeving en dat ze een potentieel gezondheidsrisico vormen bij blootstelling via depositie.

Anders dan in 2020 hebben we geen metingen uitgevoerd van de depositie binnen in woningen. De reden hiervoor is dat bij het onderzoek in 2020 is geconstateerd dat de hoeveelheden PAK en metalen in neergedaald stof in woningen veel lager zijn dan buiten en deze zeer weinig bijdragen aan een mogelijk gezondheidsrisico voor bewoners. Hoewel in het voorjaar ramen en deuren vaker open staan dan in het najaar, zal de depositie in het voorjaar binnen nog steeds lager zijn dan buiten. Voor de doelstelling van dit onderzoek, namelijk monitoring van de depositie, geven de metingen buiten voldoende inzicht om ontwikkelingen over de tijd in kaart te brengen. Ook hebben we bij dit onderzoek in het voorjaar van 2022 geen risicobeoordeling uitgevoerd. We kennen de gezondheidsrisico's immers op basis van de eerdere onderzoeken en het heeft daarom geen meerwaarde de risicobeoordeling nu te herhalen.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 beschrijven we hoe we het depositieonderzoek hebben uitgevoerd, welke methoden we hebben gebruikt voor het bemonsteren en analyseren van depositie, op welke locaties we hebben gemeten en welke aanvullende informatie we hebben verzameld. De resultaten van de metingen presenteren we in hoofdstuk 3. Daarin zijn ook meteorologische gegevens opgenomen, die we onder andere hebben gebruikt om de gemeten waarden te interpreteren. Voor die interpretatie hebben we ook een analyse gedaan van waarnemingen door deelnemende bewoners aan het onderzoek, meldingen van omwonenden over overlast en gerapporteerde voorvallen door Tata Steel. In hoofdstuk 3 is een beknopte samenvatting gegeven van deze analyse. In hoofdstuk 4 vergelijken we de meetwaarden uit dit onderzoek met die uit 2020. We sluiten het rapport af met een slotbeschouwing en een aantal conclusies in hoofdstuk 5.

[5] De PDT-standaardmethode wordt door de Milieu Ongevallen Dienst van het RIVM toegepast bij onderzoek naar stofdepositie bij incidenten zoals grote branden. Deze methode is ook gebruikt bij de onderzoeken naar de grafietregens in maart 2019 en juni 2020. Het nadeel van de methode is dat stof, dat tijdens de meetperiode van het oppervlak wordt verwijderd door regen, niet wordt meegenomen in de totaaldepositie.

[6] In dit onderzoek is neergedaald stof geanalyseerd op een groot aantal metalen en andere elementen, die strikt genomen niet tot de metalen worden gerekend zoals fosfor. Met het oog op de leesbaarheid wordt in dit rapport verder gesproken over metalen, ook waar andere elementen worden bedoeld.

2 Opzet, methoden en uitvoering depositiemetingen

2.1 Verspreiding en depositie van stofdeeltjes

Voor de interpretatie van meetwaarden in het depositieonderzoek is het belangrijk rekening te houden met de eigenschappen van stofdeeltjes en hoe ze zich verspreiden via de lucht voordat ze op de bodem komen. De stofdeeltjes, die vrijkomen bij industriële processen, verbranding of door verwaaiing van stof, bijvoorbeeld uit opslagen van materialen als zand, kolen en erts, variëren sterk in grootte en samenstelling. Ook kunnen ze in de lucht nog veranderingen ondergaan.
De grootte van een stofdeeltje bepaalt in sterke mate de verspreiding via de lucht. Fijn en ultrafijn stof worden over (zeer) grote afstanden met de lucht meegevoerd, voordat ze door zogenoemde droge depositie of door neerslag (natte depositie) op de bodem of andere oppervlakken neerkomen. Grof stof daarentegen daalt sneller en kan op relatief korte afstanden van de bron in de omgeving terechtkomen.
Bij deze verspreiding spelen weersomstandigheden een belangrijke rol, vooral de windrichting, windsnelheid en de hoeveelheid neerslag. Daarnaast kunnen lokale terreininvloeden effect hebben op de verspreiding en depositie. In heuvelig terrein, zoals duingebied in de IJmond, kunnen bijvoorbeeld lokaal extra wervels ontstaan, waardoor minder goed voorspelbaar is waar het stof precies neerkomt. Ook gebouwen en andere obstakels kunnen voor lokale effecten op de verspreiding en depositie zorgen.

Neergedaald stof bestaat uit een mengsel van deeltjes van verschillende omvang, van fijn tot heel grof. Deze stofdeeltjes kunnen afkomstig zijn uit verschillende bronnen. Welke bronnen het meest van invloed zijn op de depositie hangt af van kenmerken van de emissies (bronhoogte en snelheid waarmee de uitstoot plaatsvindt, bronsterkte en variatie daarin, warmte-inhoud, tijdsduur van de emissie en of deze continu is of in pieken optreedt, deeltjesgrootte van het stof), de locaties van de bronnen en de verspreiding, die afhankelijk is van onder meer weersomstandigheden en terreininvloeden. Bij verwaaiing van stof uit opgeslagen materialen spelen ook factoren als de vochtigheid van het materiaal een rol.

Door al deze factoren vertonen de depositie en samenstelling van het stof variatie, zowel in tijd als plaats, ook op lokaal niveau. Dit is een van de redenen waarom er is gekozen om in elk van de verschillende woongebieden rondom het industrieterrein van Tata Steel een aantal meetlocaties te kiezen en om de metingen in drie opeenvolgende perioden van ruim twee weken te doen. Dit wordt in paragraaf 2.2 tot en met paragraaf 2.4 nader toegelicht.

2.2 Meetlocaties: selectie en overzicht

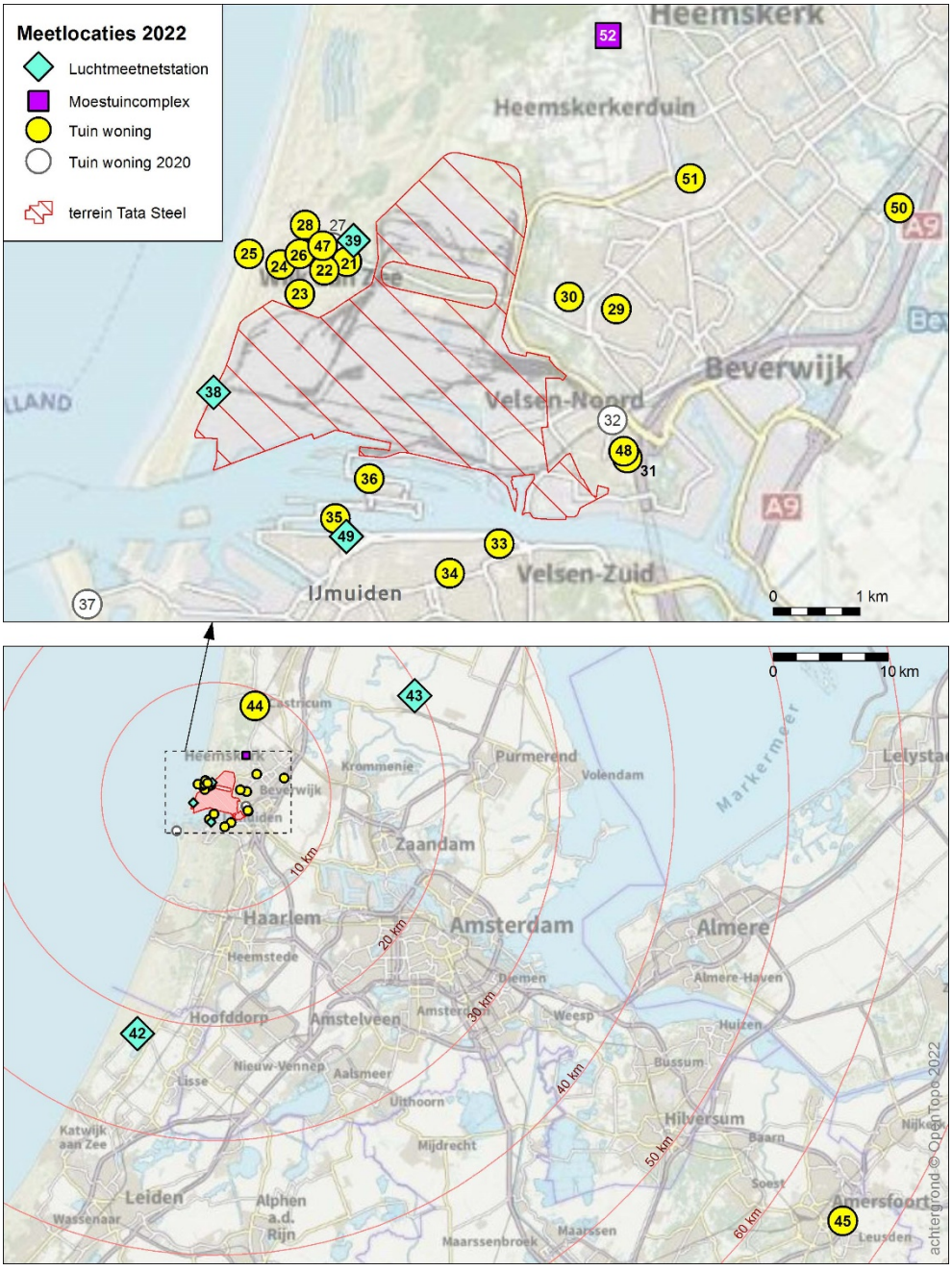
Het uitgangspunt is om zo veel mogelijk dezelfde monstername locaties te gebruiken als bij het onderzoek in 2020 (exclusief de locaties waar in 2020 met de PDT-standaardmethode is gemeten, omdat die in het huidige onderzoek niet wordt toegepast). Op deze wijze kan een goede

vergelijking worden gemaakt van meetresultaten van de opeenvolgende onderzoeken, wat wenselijk is vanuit het oogpunt van monitoring.

Omdat één van de deelnemende bewoners van de woningen, waar in 2020 monstername locaties in de tuin zijn ingericht, was verhuisd en twee anderen af zagen van medewerking, zijn passende vervangende locaties gezocht en gevonden. De werving en selectie van nieuwe locaties vond op vergelijkbare wijze plaats als bij het onderzoek in 2020 en is beschreven in paragraaf 2.2 van Mennen et al. (2021).
Twee nieuwe locaties bevinden zich in de tuin van een woning nabij een uitgevallen locatie. Eén nieuwe locatie is ingericht bij het luchtmeetnetstation Kanaalstraat in IJmuiden. Daarnaast zijn er in Heemskerk, waar in 2020 op slechts één locatie is gemeten met de PDT-standaardmethode, drie nieuwe monstername locaties ingericht: twee in een tuin bij een woning en één op een moestuincomplex.
Behalve bij woningen zijn er ook meetopstellingen ingericht naast enkele meetstations van het luchtmeetnet in de IJmond en het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML).

In totaal zijn er 22 locaties in de IJmond geselecteerd, verdeeld in verschillende windrichtingen, op verschillende afstanden en in elk van de verschillende woongebieden rondom het bedrijfsterrein van Tata Steel. In Wijk aan Zee is het aantal locaties relatief hoger, omdat deze woonkern het dichtst bij het terrein ligt, daar de meeste overlast wordt ervaren en de gemeten deposities in 2020 het hoogst waren. Daarnaast zijn dezelfde vier achtergrondlocaties buiten het IJmond gebied gebruikt als bij het onderzoek in 2020. Achtergrondlocaties zijn locaties in gebieden die niet direct belast worden door omvangrijke bronnen van (grof) stof, zoals industrie, scheepvaart en grote verkeersaders.

De ligging van de 26 meetlocaties (22 in de IJmond en 4 achtergrondlocaties) is weergegeven op de plattegronden in Figuur 2.1. Omwille van privacyredenen zijn de meetlocaties bij de woningen niet exact op de plattegrond weergegeven. De nummers van de meetlocaties komen overeen met die van het onderzoek in 2020. De ‘nieuwe’ locaties zijn genummerd 47 tot en met 52. Voor de volledigheid zijn ook de locaties uit 2020 waar we nu niet meer hebben gemeten op de kaart weergegeven.



Figuur 2.1 Overzicht van de meetlocaties in de IJmond (boven) en buiten de IJmond (onder). De witte bollen zijn de locaties uit het onderzoek van 2020, waar nu niet meer is gemeten. De rode cirkels geven de afstand aan tot het centrum van het terrein van Tata Steel.

Tabel 2.1 geeft een overzicht van de aantallen locaties in de verschillende woongebieden rondom het Tata Steel-terrein en daarbuiten. Daarin is ook vermeld hoeveel locaties zijn gelegen bij een woning, een luchtmeetnetstation of anders.
De corresponderende nummers van de luchtmeetnetstations zijn: locatie 38 (meetstation GGD-573), 39 (meetstation GGD-553), 42 (meetstation LML-444), 43 (meetstation GGD-556) en 49 (meetstation GGD-551).

Tabel 2.1 Overzicht van de aantallen meetlocaties naar woongebied en type locatie.

Woongebied	Woning	Luchtmeetstation	Moestuin-complex
Wijk aan Zee	8	1	
Beverwijk	2		
Velsen-Noord	2	1	
IJmuiden	4	1	
Heemskerk	2		1
Castricum [a)]	1		
De Rijp [a)]		1	
De Zilk [a)]		1	
Amersfoort [a)]	1		
Totaal	**20**	**5**	**1**

[a)] Achtergrondlocatie

2.3 Meetlocaties: clustering

Voor de berekeningen van de depositie hebben we de resultaten van dicht bij elkaar liggende meetlocaties in een bepaald deelgebied binnen de IJmond samengevoegd en gemiddeld[7]. We noemen deze deelgebieden (geografische) clusters. Wijk aan Zee is een voorbeeld van zo'n cluster. Door het samenvoegen en middelen van de meetresultaten van de locaties per deelgebied (cluster) wordt een representatiever beeld gekregen van de depositie in dat deelgebied, omdat daarmee variatie door lokale omgevingseffecten, zoals uitgelegd in paragraaf 2.1, wordt uitgemiddeld. Een ander voordeel van het samenvoegen van resultaten is dat deze in overzichtelijke tabellen kunnen worden gepresenteerd.
Een nadeel van deze werkwijze is dat verschillen tussen locaties binnen hetzelfde deelgebied niet inzichtelijk worden. In de figuren in hoofdstuk 3 en 4, waarin de resultaten voor PAK en een aantal metalen grafisch worden gepresenteerd, zijn wel de afzonderlijke meetwaarden op elke locatie weergegeven, zodat er ook inzicht is in de variatie die lokaal kan optreden.

Hieronder zijn de geografische clusters beschreven, elk met een korte toelichting en onderbouwing van de keuze. De locatienummers zijn te vinden op de kaarten in Figuur 2.1.

- **Wijk aan Zee**: Deze locaties liggen in een gebied van ongeveer 1 bij 1,5 km ten noordnoordwesten van het Tata Steel-terrein, op 1,4 tot 2,2 km van het midden van het terrein. Het gaat om 9 locaties, namelijk nummers 21 t/m 26, 28, 39 en 47. Omdat zich in Wijk aan Zee de meeste locaties bevinden, worden in de tabellen in hoofdstuk 3 naast de gemiddelde deposities ook de hoogst gemeten waarden van alle locaties in dit cluster gepresenteerd.
- **Meetstation Reyndersweg:** Deze locatie (nummer 38) ligt buiten de bebouwde kom van Wijk aan Zee aan de westrand van het Tata Steel-terrein op 0,9 km van het midden van het terrein

[7] Om de gemiddelde depositie per cluster en per meetperiode te bepalen hebben we van de meetwaarden per cluster en periode het rekenkundig gemiddelde bepaald. Deze werkwijze hebben we ook gebruikt bij het onderzoek in 2020.

en valt onder de gemeente Velsen-Noord. Daarom wordt deze in de verwerking van gegevens als apart cluster beschouwd.

- **Beverwijk:** Dit zijn twee locaties, nummers 29 en 30, op circa 500 m van elkaar, in een gebied op ongeveer 2 à 2,5 km ten oosten van het midden van het Tata Steel-terrein.
- **Velsen-Noord:** Dit zijn twee locaties, nummers 31 en 48, op circa 100 m van elkaar, in een gebied op ruim 2,5 km ten oostzuidoosten van het midden van het Tata Steel-terrein.
- **IJmuiden oost:** Dit zijn twee locaties, nummers 33 en 34, op ruim 700 m van elkaar, in een gebied op 2,5 km ten zuidoosten van het midden van het Tata Steel-terrein.
- **IJmuiden sluizen:** Dit zijn drie locaties, nummers 35, 36 en 49, binnen een afstand van 700 m van elkaar op een stuk terrein bij de sluizen in het Noordzeekanaal, in een gebied op 1,5 tot 2 km ten zuiden van het midden van het Tata Steel-terrein.
  Opmerking: Locatie 49 vervangt de locatie 37 uit het onderzoek in 2020. Deze locatie lag bij het strand aan de westkant van IJmuiden (op ongeveer 3 km ten westen van locatie 49) en werd als een apart cluster 'IJmuiden strand' beschouwd. Dit cluster is bij het onderzoek in het voorjaar van 2022 vervallen.
- **Heemskerk:** Dit zijn drie locaties, nummers 50 t/m 52, op 2 tot 4 km van elkaar, in een gebied op 4 tot 5 km ten noordoosten van het midden van het Tata Steel-terrein.
- **Achtergrondlocatie Castricum:** Deze locatie (nummer 44), gelegen op 8,9 km ten noordnoordoosten van het midden van het Tata Steel-terrein, is gekozen als achtergrondlocatie nabij de kust, op voldoende afstand tot het Tata Steel-terrein. Vanwege deze ligging wordt Castricum als apart cluster beschouwd.
- **Achtergrondlocaties De Rijp, De Zilk en Amersfoort**: Deze locaties (nummers 42, 43 en 45) liggen in niet door industrie belaste gebieden op ruime afstand (circa 20 km of meer) van de IJmond. De drie locaties liggen niet in een deelgebied, maar vormen wel een cluster (het cluster 'onbelaste locaties').

2.4 Werkwijze monstername

Voor het depositieonderzoek in 2020 heeft het RIVM een nieuwe methode ontwikkeld, die geschikt is voor het meten van de totale stofdepositie over langere tijd. Deze methode, de PDT-sombakmethode[8], maakt gebruik van een set van twee boven elkaar gestapelde plastic bakken om het neergekomen stof te verzamelen. Na afloop van de meetperiode wordt het stof dat is verzameld in beide bakken bemonsterd door dit met bevochtigde watjes op te vegen (veegmonsters). De PDT-sombak bestaat uit een onder- en een bovenbak met een gaatje, waardoor opgevangen regenwater naar de onderbak stroomt. Van beide bakken worden veegmonsters genomen en geanalyseerd en daaruit wordt de totale depositie berekend:

- Totaaldepositie (PDT-sombak): stof dat is verzameld in de boven- en onderbak (weggespoelde fractie) geeft samen de

[8] PDT-sombak = Protocol ter bepaling van Depositie over een zeker Tijdsinterval (bijvoorbeeld een aantal dagen) met behulp van twee gestapelde, geprepareerde plastic bakken. Deze methode wordt toegepast bij onderzoek naar stofdepositie op buitenlocaties over langere tijd.

hoeveelheid totaal neergedaald stof in de hele meetperiode. Deze hoeveelheid is representatief voor wat er aan stof neerdaalt gedurende een bepaalde periode.

Op alle locaties zijn per meetperiode twee sets bakken naast elkaar geplaatst, waarvan de depositie uit één set is geanalyseerd op de aanwezigheid van metalen en de ander op de aanwezigheid van PAK. Ook zijn bij elke meetperiode veldblanco's en materiaalblanco's geanalyseerd.

De metingen zijn uitgevoerd in de volgende drie periodes[9]:

D. 11 mei – 27 mei 2022
F. 27 mei – 14 juni 2022
G. 14 juni – 30 juni 2022

De wisseldagen zijn zo gekozen dat de perioden waarin de monsters zijn genomen samenvallen met die van de bemonstering van filters op de meetstations van het luchtmeetnet in de IJmond. Deze filters worden gebruikt voor metingen op fijnstof, PAK en metalen in de lucht. Daarnaast hebben praktische overwegingen een rol gespeeld bij de keuzes van de wisseldagen.
Op 11 mei zijn alle meetlocaties geprepareerd, dat wil zeggen dat alle gestapelde bakken zijn klaargezet op de betreffende locaties.
Op 27 mei en 14 juni zijn de bakken met gedeponeerd stof meegenomen voor bemonstering op het RIVM en zijn nieuwe, schone bakken geplaatst voor de volgende meetperiode. Op 30 juni zijn deze bakken met gedeponeerd stof meegenomen voor bemonstering op het RIVM.

In Bijlage 1 geven we een uitvoeriger beschrijving van de monsternameprocedures.

2.5 Analyses op metalen en PAK

De analyses zijn uitgevoerd door het laboratorium van de afdeling Productsamenstelling (PRS) van het centrum Gezondheidsbescherming (GZB) van het RIVM. De veegmonsters zijn voor analyse op de metalen en andere elementen ontsloten met behulp van koningswater. Vervolgens is de verkregen oplossing geanalyseerd met behulp van quadrupole ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) met collision cell-techniek. De gebruikte methode is afgeleid van de normen ISO/WD 17294-1 en 2. Kwantificering van de elementen is met ICP-MS op basis van een externe standaard uitgevoerd. Vanwege de lage terugvindbaarheid van silicium in het bij de validatie gebruikte referentiemateriaal is geconcludeerd dat de gebruikte methode niet geschikt lijkt voor het bepalen van silicium in de veegmonsters. De waarden voor silicium zijn daardoor niet betrouwbaar genoeg om te rapporteren in het kader van dit onderzoek.

[9] De drie meetperioden in dit onderzoek zijn aangegeven met D, F en G om onderscheid te houden met de meetperioden uit het onderzoek in 2020 (perioden A, B en C) en latere onderzoeken. Om verwarring bij de codering te voorkomen is er geen meetperiode E (de hoofdletters E en F lijken op elkaar).

In Bijlage 2 lichten we toe welke correctieprocedures zijn toegepast voor de verschillende blanco's.
We merken op dat de analyses van de metalen 'totaal metaal' betreffen en er geen onderscheid gemaakt kan worden in de verschillende oxidatietoestanden[10].

De veegmonsters zijn voor de analyse op PAK geëxtraheerd met behulp van Solvent Extraction met cyclohexaan met interne standaard als extractiemiddel. De analyse van de extracties van de EU-PAK berust op een quadrupole GCMS type 7890B/5977B (Gas Chromatography Mass Spectrometry) met isotoopverdunning (interne standaard). De gebruikte kolom is DB5MS 30mx0.25mmx0.25µm.
De resultaten zijn gecorrigeerd voor de terugvinding van de interne standaard en de procedure blanco (zie Bijlage 2).
In dit onderzoek zijn de onderste bepalingsgrenzen voor de afzonderlijke PAK verbindingen drie tot tien keer hoger dan die van de methode die het RIVM bij haar onderzoek in 2020 heeft gebruikt. Hierdoor is de onzekerheid bij lage meetwaarden groter dan bij het onderzoek in 2020.

Het onderzoek is uitgevoerd onder het kwaliteitssysteem dat voldoet aan NEN-ISO-9001.

2.6 Waarnemingen deelnemende bewoners

Aan alle bewoners van de woningen, waar monsternamelocaties in de tuin zijn ingericht, hebben we gevraagd om op een daartoe verstrekt formulier bepaalde zaken aan te geven die van belang kunnen zijn voor het onderzoek. Onder andere is gevraagd of bewoners zelf op sommige dagen een barbecue, houtkachel of vuurkorf hebben aangestoken, dan wel of ze dat bij andere woningen in de buurt hebben waargenomen. Van open haarden, houtkachels, barbecues en vuurkorven is namelijk bekend dat er PAK kunnen vrijkomen die zich vanwege de lage bronhoogte in de nabije omgeving kunnen verspreiden (zie onder meer Koppejan en De Bree, 2018; RIVM, 2021). Ook hebben we gevraagd of bewoners meer of juist minder dan dat zij gewend zijn stof en geur hebben waargenomen. In Bijlage 3 hebben we het gebruikte waarnemingenformulier weergegeven.
De informatie die we op deze wijze hebben verzameld, hebben we vervolgens gebruikt om na te gaan of we bepaalde bevindingen of bijzonderheden kunnen verklaren.

2.7 Uitval van metingen

In dit depositieonderzoek zijn bij elkaar 312 veegmonsters[11] genomen, exclusief de materiaal-, doorslag- en veldblanco's. De helft van alle veegmonsters is geanalyseerd op PAK en de andere helft op metalen.
In de eerste meetperiode (D) zijn op locatie 43 (achtergrondlocatie De Rijp) de beide bakken waarschijnlijk door windvlagen uit positie geraakt, waardoor deze metingen geen goed beeld geven van de depositie in die periode. Dit leidt tot een uitval van 1,2% van alle metingen (4 van de

[10] Zo kan er bijvoorbeeld met deze analysemethode geen onderscheid worden gemaakt in driewaardig en zeswaardig chroom (Cr III en Cr VI), maar kan alleen de hoeveelheid 'totaal chroom' worden bepaald.
[11] Het aantal van 312 veegmonsters is als volgt berekend: 26 locaties, zowel onder- als bovenbak, in duplo (PAK en metalen) tijdens 3 meetperioden (26x2x2x3=312).

312). Deze uitval heeft geen consequenties voor de resultaten, interpretatie en conclusies van dit onderzoek.

3 Resultaten depositiemetingen

In dit hoofdstuk beschrijven we de weersomstandigheden en geven we een overzicht van waarnemingen en meldingen van overlast door omwonenden en van door Tata Steel gerapporteerde voorvallen gedurende de onderzoeksperiode. Daarna presenteren we de meetresultaten van PAK en metalen op de meetlocaties in de IJmond en de achtergrondlocaties. Ook geven we aan op welke locaties en in welke clusters PAK en metalen in verhoogde hoeveelheden zijn gevonden in vergelijking met de waarden op de achtergrondlocaties.

3.1 Weersomstandigheden tijdens de meetperiodes

De verspreiding van stoffen in de lucht en depositie naar de bodem wordt voor een belangrijk deel bepaald door de weersomstandigheden, vooral de windrichting, de windsnelheid en de hoeveelheid neerslag. Deze paragraaf bevat een overzicht van de weersomstandigheden tijdens de meetperiodes van het depositieonderzoek en een vergelijking daarvan met gemiddelde weersomstandigheden over meerdere jaren. Deze informatie is van belang om een indruk te krijgen van de representativiteit van de meetresultaten en om een goede vergelijking te kunnen maken met de waarden die uit het onderzoek in 2020 naar voren komen.
Daarnaast kan informatie over de weersomstandigheden waardevol zijn om inzicht te krijgen in eventuele verbanden tussen de gemeten deposities en de herkomst (bronnen) van de PAK en metalen in het neergedaalde stof. Dat is overigens geen specifiek doel van dit onderzoek.

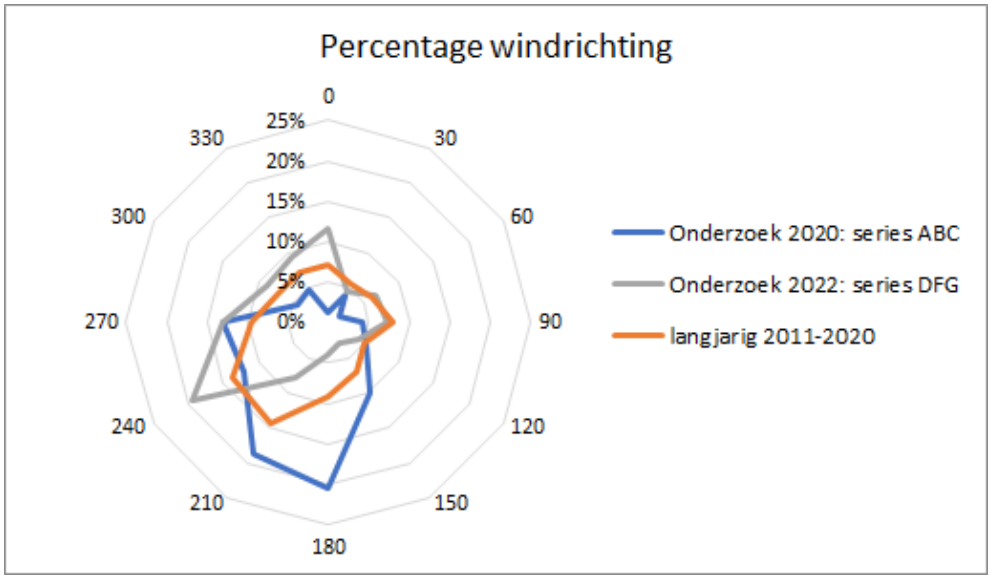
3.1.1 Windrichting

Windrichtingsgegevens worden vaak weergegeven in de vorm van een windroos. Een windroos geeft aan hoe vaak de wind in een periode uit een bepaalde windrichting afkomstig was.

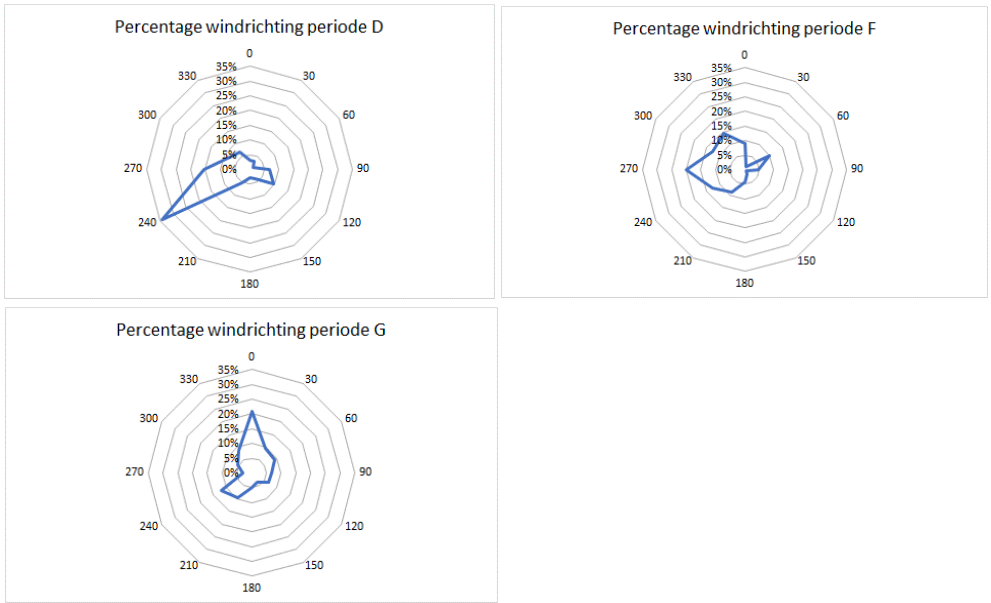
In Figuur 3.1 is het percentage voorkomen van de windrichting weergegeven, uitgezet per 30 graden, waarbij 0° wind uit het noorden is, 90° wind uit het oosten, 180° wind uit het zuiden, enzovoort. Hiervoor hebben we meetgegevens van de windrichting van KNMI-station 209 IJmond gebruikt. In de figuur staan de gegevens van meerdere jaren (2011 tot en met 2020), van de hele meetperiode van het depositieonderzoek (11 mei tot en met 30 juni 2022, aangeduid met series DFG) en, ter vergelijking, ook van de hele meetperiode van het depositieonderzoek in 2020 (aangeduid met series ABC).

In de figuur is te zien dat in de IJmond de heersende windrichting over meerdere jaren (het langjarig gemiddelde) zuidwest is: 210°-240°. Dat geldt overigens ook voor de rest van Nederland. Vergeleken met het beeld over meerdere jaren kwam de wind in de meetperiode van dit onderzoek relatief vaker uit zuidwestelijke tot noordelijke richting en minder vaak uit zuidelijke tot oostelijke richting. Tijdens het onderzoek in 2020 was wind uit zuidoostelijke tot zuidwestelijke richting (150°-210°) juist dominant en kwam noordwestelijke tot oostelijke wind

minder vaak voor. Deze verschillen in de verdeling van windrichtingen tussen beide onderzoeken zijn meegenomen bij de vergelijking van gemeten deposities in hoofdstuk 4.



Figuur 3.1 Relatief aantal uren wind (% van het totaal) uit verschillende richtingen per sector van 30° over de jaren 2011-2020 (langjarig gemiddelde), de meetperiode in 2022 (series DFG) en de meetperiode in 2020 (series ABC).



Figuur 3.2 Relatief aantal uren wind (% van het totaal) uit verschillende richtingen per sector van 30° over de drie meetperioden D (11 mei-27 mei 2022), F (27 mei – 14 juni 2022) en G (14 juni – 30 juni 2022) in dit depositieonderzoek.

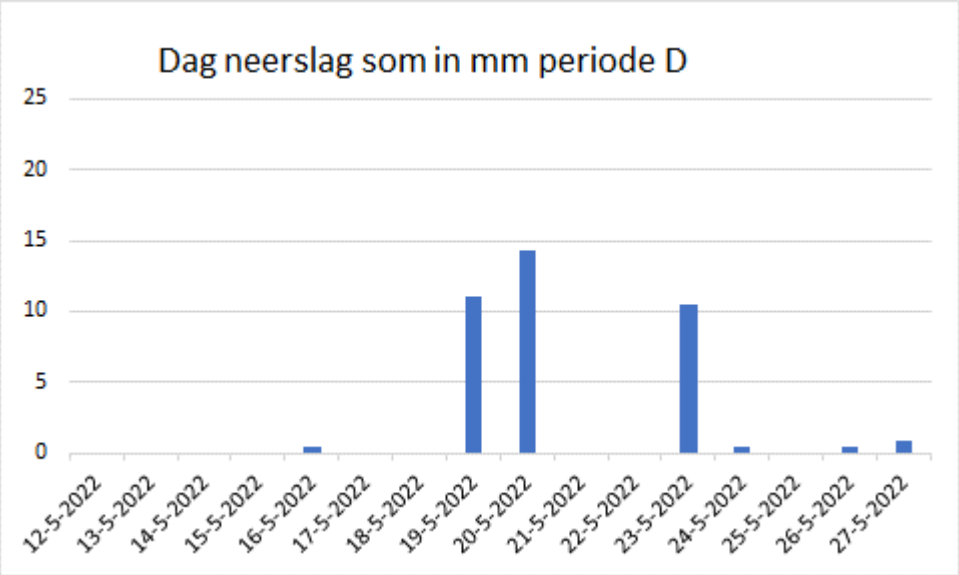
Figuur 3.2 bevat de windrozen voor de drie opeenvolgende meetperioden van het depositieonderzoek. In periode D (11 tot en met 27 mei 2022) kwam de wind meer dan de helft van de tijd uit het westzuidwesten tot westen (240°-270°) en op andere dagen hoofdzakelijk uit het noorden en zuidoosten. In periode F varieerde de windrichting voornamelijk tussen zuid en noordwest, met daarnaast een

paar dagen wind uit noordoostelijke richting (60°). Periode G werd gekenmerkt door relatief veel wind uit het noorden (330 ° tot 30°) en verder een gelijkmatige verdeling van wind uit alle richtingen behalve west en zuidoost.

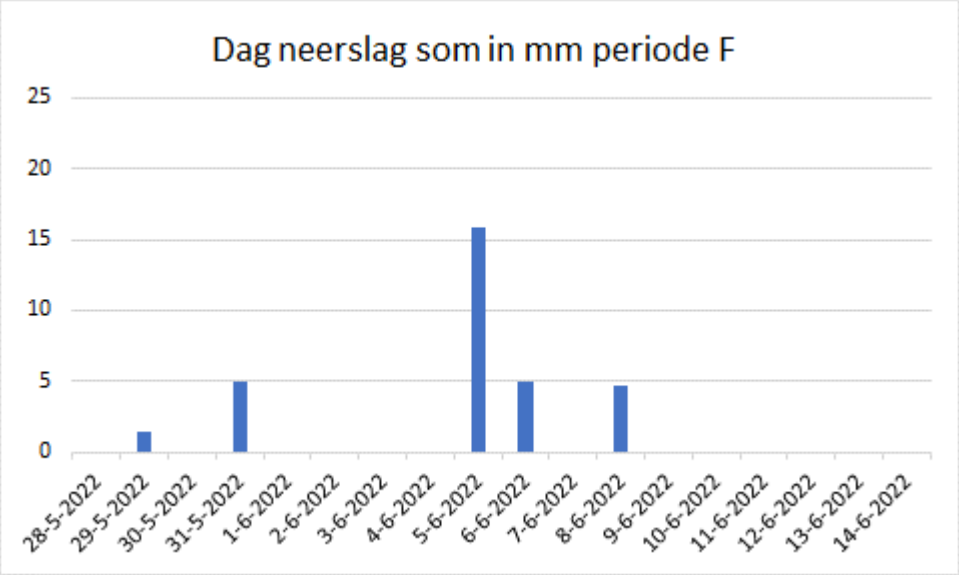
3.1.2 *Neerslag*

Stofdeeltjes in de lucht komen op een zeker moment op de bodem of oppervlakken terecht. Dat gebeurt deels door turbulentie en de zwaartekracht (zogeheten droge depositie) en deels door regendruppels waardoor de stofdeeltjes worden meegevoerd of waarin ze kunnen oplossen (zogeheten natte depositie). Neerslag kan dus een belangrijke invloed hebben op de depositie.
Daarnaast kan neerslag zorgen voor het afspoelen van stofdeeltjes van oppervlakken waarop ze terecht zijn gekomen. Dat effect kan van belang zijn voor de duiding van de meetresultaten.

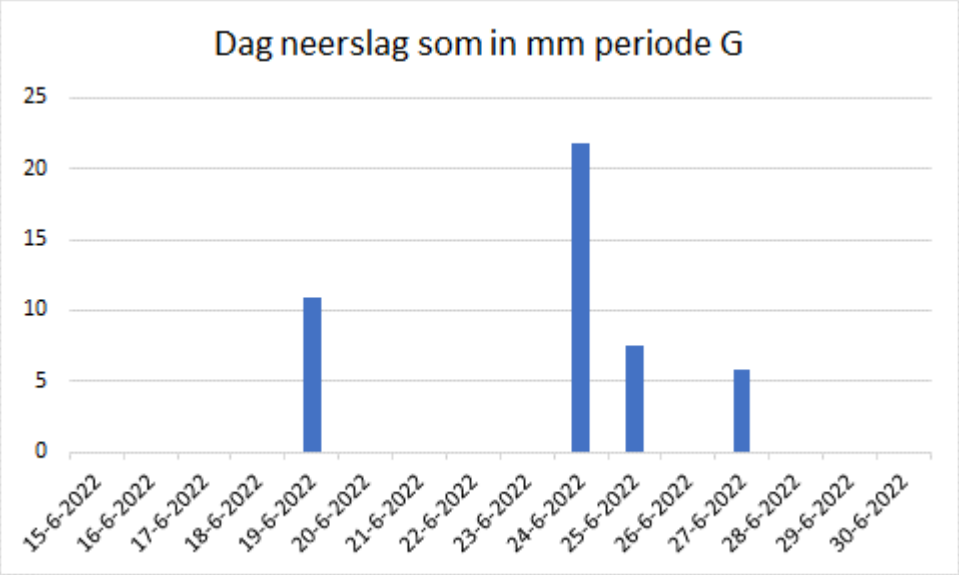
In Figuur 3.3 tot en met Figuur 3.5 is de hoeveel neerslag weergegeven die per dag is gevallen tijdens elk van de drie meetperioden. De gegevens zijn afkomstig van KNMI-meetstation 257 Wijk aan Zee.



Figuur 3.3 Hoeveelheid neerslag in mm per dag tijdens meetperiode D (11 t/m 27 mei 2022).



Figuur 3.4 Hoeveelheid neerslag in mm per dag tijdens meetperiode F (27 mei t/m 14 juni 2022).



Figuur 3.5 Hoeveelheid neerslag in mm per dag tijdens meetperiode G (14 t/m 30 juni 2022).

Tijdens elk van de drie meetperioden is ongeveer evenveel neerslag gevallen, namelijk 38,2 mm (periode D), 32,8 mm (periode F) en 46 mm (periode G). Ook de verdeling over het aantal dagen dat de neerslag viel is vergelijkbaar (drie of vier dagen, en daarnaast in periode D enkele dagen waar een zeer kleine hoeveelheid neerslag is gevallen). De totale hoeveelheid neerslag tijdens de drie perioden samen bedraagt 117 mm. Dit is iets hoger dan de gemiddelde hoeveelheid neerslag over meerdere jaren in mei en juni (98 mm).

3.2 Waarnemingen en meldingen

Om mogelijk bepaalde bevindingen of bijzonderheden in de gemeten deposities te kunnen verklaren hebben we informatie verzameld bij de bewoners van de woningen, waar monsternamelocaties in de tuin zijn ingericht zoals beschreven in paragraaf 2.6. Daarnaast heeft de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (ODNZKG) gegevens aan het RIVM verstrekt over meldingen van overlast door omwonenden en van voorvallen bij Tata Steel.

Waarnemingen van deelnemende bewoners
Van dertien op de twintig locaties bij een woning hebben we waarnemingenformulieren ontvangen. Op vijf van deze formulieren hebben bewoners aangegeven dat zij in de drie meetperioden geen bijzonderheden hebben waargenomen in de zin van meer of juist minder stof en geur dan zij gewend zijn, of regelmatig gebruik van open haarden, houtkachels, barbecues en vuurkorven door henzelf of in de nabije omgeving. Hieronder zijn kort de waarnemingen opgesomd van bewoners op de andere acht locaties:

- Op één van de locaties in Wijk aan Zee waren er in de derde meetperiode regelmatig houtvuurtjes en barbecues binnen een afstand van 50 m. Verder zijn er op locaties in Wijk aan Zee geen waarnemingen genoteerd.
- In Beverwijk is op één van de locaties gedurende alle meetperioden regelmatig industrieel stof en stank waargenomen. In periode D was dat op ongeveer de helft van het aantal dagen en vooral bij westen- tot zuidwestenwind. Tijdens de perioden F en G zijn hier minder vaak waarnemingen van industrieel stof genoemd, maar wel altijd bij westen- tot zuidwestenwind. De bewoners van deze locatie gaven verder aan dat zij op warme dagen, als de serredeur open staat, elke dag zwart stof vinden in hun serre.
- In Velsen-Noord hebben bewoners op één van de locaties op enkele dagen verspreid over de drie meetperioden waargenomen dat er in de directe omgeving houtkachels, vuurkorven of barbecues aan waren. Ook hebben zij enkele keren industrieel stof of stank waargenomen, waarvan één keer een kerosinelucht.
- Op één van de locaties in het cluster IJmuiden Oost heeft een aantal buren van de bewoners gedurende de eerste en tweede meetperiode op verschillende dagen pelletkachels gebruikt. De bewoners van een locatie in het cluster IJmuiden sluizen rapporteerden op twee dagen, beide met overwegend wind uit het noorden tot noordwesten, in de eerste meetperiode waarnemingen van industrieel stof en in beide andere perioden enkele malen een barbecue.
- In Heemskerk is op één van de locaties in de directe omgeving op twee dagen in de eerste meetperiode een houtkachel aan geweest.
- Op de locatie in Castricum heeft de bewoner melding gemaakt van het gebruik van een nabijgelegen open haard op enkele dagen in de eerste twee meetperioden. Op het formulier van de achtergrondlocatie in Amersfoort heeft de bewoner aangegeven dat zij in de meetperiode D op enkele dagen geur van houtrook

heeft waargenomen door een nabij gehouden barbecue, dan wel gebruik van een vuurkorf. In de andere twee meetperioden was dat niet het geval.

Meldingen van overlast en voorvallen
De door de ODNZKG verstrekte gegevens over meldingen van overlast door omwonenden en van voorvallen bij Tata Steel hebben we gebruikt als secundaire data om na te gaan of er mogelijke verbanden zijn met de waarnemingen van deelnemende bewoners en met de gemeten deposities.

Volgens het overzicht van meldingen hebben omwonenden tijdens de hele periode van het depositieonderzoek (11 mei tot en met 30 juni) 133 geurklachten en 289 klachten over stof gerapporteerd. Het aantal geurklachten komt redelijk overeen met de aantallen in mei en juni in voorgaande jaren, maar het aantal stofklachten is relatief hoog (in dezelfde periode in 2018 tot en met 2021 meldden omwonenden 40 tot 100 stofklachten). De geurklachten waren ongeveer gelijk verdeeld over de 3 meetperioden (48 in periode D, 51 in periode F en 34 in periode G).

Voor het depositieonderzoek zijn vooral de stofklachten van belang. Deze waren als volgt verdeeld over de drie meetperioden: 64 in periode D, 110 in periode F en 115 in periode G). De stofklachten lijken enige samenhang te vertonen met door Tata Steel gerapporteerde voorvallen waarbij stof of stofvormige materialen zijn vrijgekomen, maar eenduidige verbanden tussen deze stofemissies en klachten zijn niet te leggen. Dat komt doordat Tata Steel over het algemeen dagelijks meerdere voorvallen rapporteert, waar stofdeeltjes bij vrijkomen. Deze doen zich voor op verschillende locaties op het bedrijfsterrein, en op verschillende hoogten. Ook vinden er al emissies van stofdeeltjes plaats door de reguliere activiteiten van het bedrijf.

Er was geen duidelijke relatie met de waarnemingen over geur- en stofklachten van de deelnemende bewoners.

Ruim 40% van de 533 door Tata Steel gerapporteerde voorvallen in de periode van 11 mei tot en met 30 juni 2022 betreffen emissies van meestal relatief kleine hoeveelheden (1 of 2 kg) ijzeroxide uit één of meer van de hoogovens. Gemiddeld genomen vonden deze emissies enkele malen per dag plaats. Daarnaast vonden er geregeld emissies plaats van ijzer (poeder), erts(stof), kolenstof en kooks(stof). Deze voorvallen kwamen gemiddeld ongeveer één keer per dag voor. De geschatte hoeveelheden stofdeeltjes die zijn vrijgekomen varieerden van 1 tot 50 kg per keer. Driemaal heeft Tata Steel een hogere waarde gerapporteerd: 84, 125 en 250 kg kooksstof. Enkele gemelde voorvallen (bij elkaar negen) betreffen andere vormen van stof, namelijk kalkstof, pelletstof, panovenstof en sinterstof. De uitstoot van rookgas als gevolg van voorvallen is 52 keer geregistreerd. Rookgas bevat ook stofdeeltjes. Deze zijn meestal fijn van aard, terwijl stofdeeltjes uit erts, kalksteen en kolen vooral grof zijn. Fijnstof komt op veel grotere afstand van een bron op de bodem terecht dan grof stof (zie paragraaf 2.1).

Gemelde voorvallen waarbij gasvormige stoffen vrijkwamen (bijvoorbeeld aardgas, hoogovengas, zwaveldioxide en stikstof) hebben we niet nader onderzocht.

3.3 Depositie meetwaarden: inleiding

De deposities uitgedrukt in hoeveelheid per m^2 zijn berekend op basis van de geanalyseerde hoeveelheden PAK en metalen in de veegmonsters en grootte van de bemonsterde oppervlakken van de bakken. In deze berekeningen hebben we voor analyseresultaten, die onder de aantoonbaarheidsgrens van de methode vallen, steeds de helft van de aantoonbaarheidsgrens genomen. Dit is een gangbare procedure, die ook wordt toegepast bij de metingen in het luchtmeetnet in de IJmond. Ook is er – net als bij de procedure voor monsters in het luchtmeetnet – niet gecorrigeerd voor materiaal-, doorslag- en veldblanco's, wel voor procedureblanco's (zie Bijlage 2). Al deze blanco waarden waren over het algemeen zeer laag vergeleken met de waarden in de veegmonsters van het gedeponeerde stof.

In paragraaf 3.4 beschrijven we de resultaten van de deposities van PAK en in paragraaf 3.5 de resultaten van de metalen. In paragraaf 3.6 vatten we deze samen.

In de tabellen in hoofdstuk 3 hebben we omwille van de overzichtelijkheid alleen de gemiddelde meetresultaten per deelgebied (cluster) vermeld. Daarnaast hebben we van de som EFSA PAK8 (deze term lichten we toe in paragraaf 3.4) en een aantal metalen de meetwaarden op alle meetlocaties grafisch weergegeven in een aantal figuren.
De volledige set aan meetwaarden, voor elke meetlocatie, elke meetperiode en elke afzonderlijke PAK en metaal, worden in aparte tabellen beschikbaar gesteld. Ze kunnen desgewenst worden opgevraagd.

3.4 Depositie PAK

In verband met de overzichtelijkheid hebben we ervoor gekozen om, net als in het depositieonderzoek van het najaar 2020, niet alle afzonderlijke PAK-verbindingen in de tabellen op te nemen. Een belangrijke reden hiervoor is ook dat de afzonderlijke PAK-verbindingen waarop is geanalyseerd in alle monsters in ongeveer dezelfde verhoudingen voorkomen. De meetwaarden voor benzo[a]pyreen en 'som EFSA PAK8' geven daarom een goed beeld van de PAK-depositie.
Benzo[a]pyreen wordt alom gebruikt als 'marker' voor PAK-verbindingen in stofdeeltjes. Er is veel bekend over benzo[a]pyreen, zowel over concentraties ervan in lucht, water en bodem als over de toxicologische eigenschappen. Op een aantal meetstations van het luchtmeetnet, waaronder drie meetstations in de IJmond, wordt al langere tijd de concentratie benzo[a]pyreen in de lucht gemeten.
De 'som EFSA PAK8' is een door de EFSA[12] vastgestelde, relevante dosismaat die wordt gebruikt in risicobeoordelingen van blootstelling aan PAK (EFSA, 2008).

[12] European Food Safety Authority, de Europese Autoriteit voor voedselveiligheid

De ‘som EFSA PAK8’ is de totale hoeveelheid van acht verschillende PAK-verbindingen:

- benzo[a]antraceen;
- benzo[b]fluorantheen;
- benzo[k]fluorantheen;
- chryseen;
- benzo[a]pyreen;
- indeno[1,2,3-cd]pyreen;
- dibenzo[a,h]antraceen;
- benzo[g,h,i]peryleen.

In Tabel 3.1 zijn de deposities aan benzo[a]pyreen en ‘som EFSA PAK8’ op de locaties in de drie meetperioden vermeld. Zoals aangegeven in paragraaf 3.3 zijn de gemiddelde deposities per cluster van meetlocaties vermeld. Voor Wijk aan Zee is ook de hoogst gemeten waarde vermeld. Deze hoogst gemeten waarde binnen het cluster Wijk aan Zee is niet altijd op dezelfde locatie gevonden.

Tabel 3.1 Depositie aan benzo(a)pyreen en som EFSA PAK8 op verschillende (clusters van) locaties in de drie meetperioden (ng/m^2)

Meet-periode [a]	Wijk aan Zee	Wijk aan Zee	Reynders-weg	Bever-wijk	Velsen-Noord	IJmuiden oost	IJmuiden sluizen	Heems-kerk	Castricum	Achter-grond [b]
	gemiddeld	hoogste waarde [c]		gem.	gem.	gem.	gem.	gem.		gem.
	Benzo[a]pyreen									
D	1192	3487	3354	4994	831	1245	1418	874	1336	568 [d]
F	1021	2103	2080	938	739	1282	900	370	1210	243
G	681	4483	1002	776	984	230	950	305	165	154
	Som EFSA PAK8									
D	7533	21223	19602	51464	5503	7782	8704	5516	7304	3637 [d]
F	8193	15865	15473	15323	7018	10010	6569	3011	8427	2217
G	7419	39910	9975	10264	8461	3835	7596	3863	3023	2646

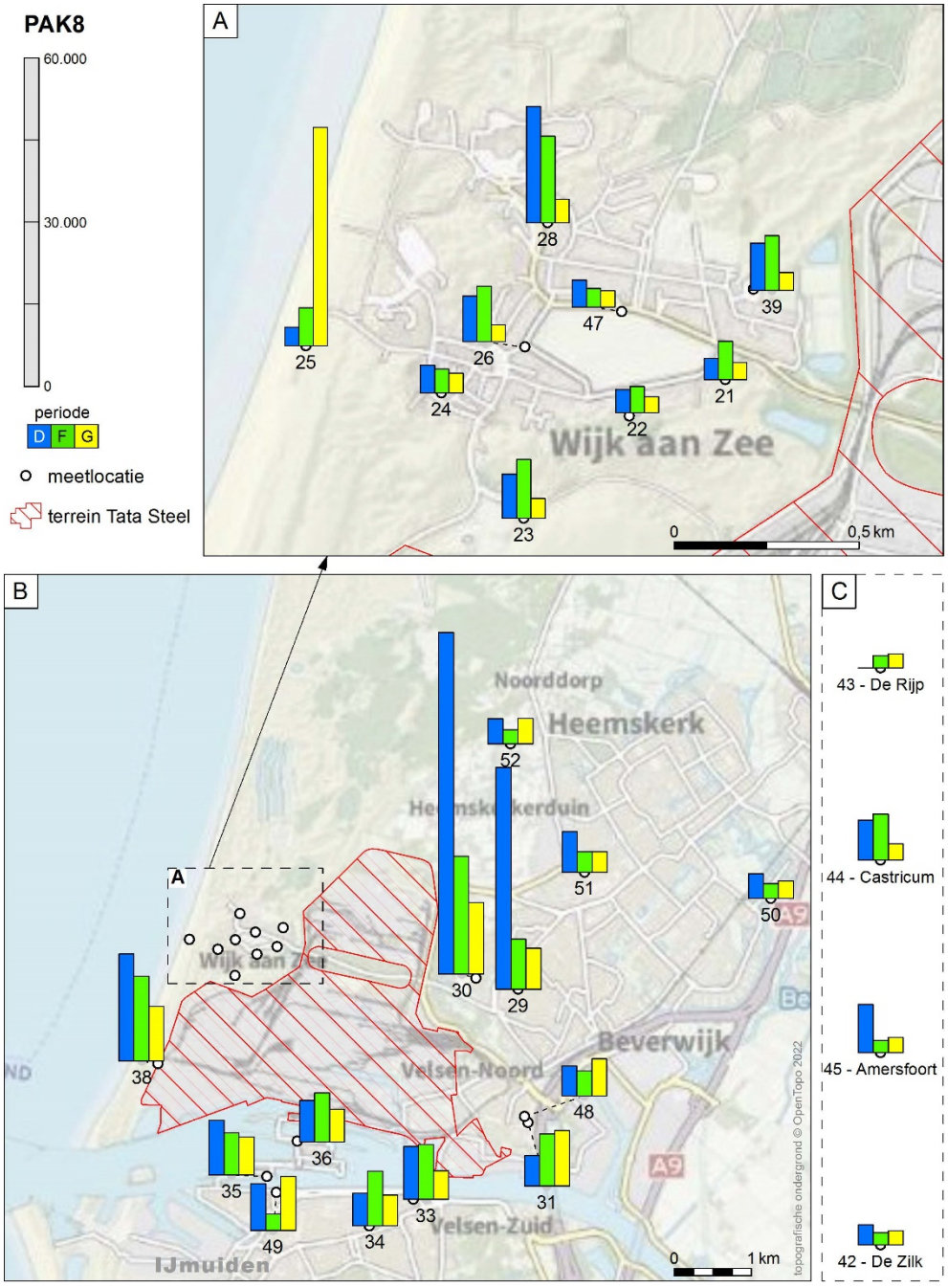
[a] Meetperiode D: 11-27 mei 2022; meetperiode F: 27 mei-14 juni 2022; meetperiode G: 14-30 juni 2022
[b] Locaties De Zilk (42), De Rijp (43) en Amersfoort (45)
[c] De hoogst gemeten waarde binnen het cluster Wijk aan Zee is niet altijd op dezelfde locatie gevonden
[d] Meetwaarde op locatie Amersfoort in periode D niet meegerekend (zie toelichting in de tekst) en op meting op locatie De Rijp (43) niet gelukt.

De gemeten deposities aan PAK op de achtergrondlocaties De Zilk, De Rijp en Amersfoort zijn hoger dan gemeten in het najaar van 2020 en liggen ook (iets) boven de referentiewaarden voor onbelaste locaties: 50-200 ng/m^2 voor benzo[a]pyreen en 600-2000 ng/m^2 voor de som EFSA PAK8 (Mennen en Van Belle, 2007; Mennen et al., 2004; zie ook Bijlage 4). Dit kan ten dele te maken hebben met de grotere onzekerheid in de gemeten PAK-deposities als gevolg van de hogere bepalingsgrens van de gebruikte analysemethode vergeleken met het onderzoek in 2020, zoals is toegelicht in paragraaf 2.5. De meetwaarden op de achtergrondlocaties en de variatie daarin zijn vergelijkbaar met resultaten uit het meetnet in Vlaanderen, waar op onbelaste locaties vierweek-gemiddelde depositiewaarden zijn gemeten van 80 tot 500 ng/ m^2 (omgerekend naar 17 dagen). Bijlage 4 bevat hier meer informatie over.
In Amersfoort is in periode D een verhoogde waarde gemeten (1537 ng/m^2 benzo[a]pyreen en 8777 ng/m^2 som EFSA PAK8), die zeer waarschijnlijk is veroorzaakt door één of meer lokale bronnen. Dit wordt bevestigd door waarnemingen van de bewoner op deze locatie (zie paragraaf 3.2). Omdat dit een duidelijk verklaarbare uitschieter is, hebben we deze waarde niet meegerekend in het gemiddelde van de achtergrondlocaties.

Figuur 3.6 laat de gemeten deposities van de som EFSA PAK8 op de 22 meetlocaties in de IJmond per meetperiode zien. De drie staven bij elke meetlocatie geven de PAK-depositie (in ng/m^2) in de drie opeenvolgende meetperioden weer.

Anders dan bij het onderzoek in 2020 hebben wij er deze keer niet voor gekozen de *mate van verhoging* te berekenen door de deposities op de verschillende locaties en deelgebieden (clusters) in de IJmond te delen door de gemiddelde depositie op de achtergrondlocaties. De reden hiervoor is dat – vanwege de grotere variatie en de grotere onzekerheid in gemeten PAK-deposities op de achtergrondlocaties in dit onderzoek – er een vertekend beeld kan ontstaan van de *mate van verhoging* op de verschillende meetlocaties, in het bijzonder ten opzichte van het onderzoek in 2020. De variatie op de achtergrondlocaties heeft namelijk niet per se dezelfde oorzaken als in de IJmond. Omwille van de overzichtelijkheid hebben we de meetwaarden op de achtergrondlocaties in een apart kader rechts in de figuur weergegeven.

Voor benzo[a]pyreen is het beeld ongeveer vergelijkbaar met dat voor de som EFSA PAK8.



Figuur 3.6 Depositie van de som EFSA PAK8, uitgedrukt in ng/m², op de locaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties tijdens de drie meetperioden.

Deze figuur laat de volgende bevindingen zien:

- De PAK-depositie in Wijk aan Zee was tijdens de eerste twee meetperioden (licht) verhoogd. De hoogste waarden zijn gevonden op de locaties 23, 26 en 28, die ongeveer in het verlengde van elkaar liggen gezien vanaf het bedrijfsterrein van Tata Steel. Daarbij is opvallend dat de hoogste waarden zijn gevonden op locatie 28, die het verst van dat terrein af ligt. Ook op locatie 39 was de depositie verhoogd. In beide perioden was de wind enkele dagen afkomstig uit zuid- tot zuidoostelijke

richting. In de derde meetperiode, met overheersend noordelijke wind, was de PAK-depositie op vrijwel alle locaties in Wijk aan Zee niet verhoogd behalve op locatie 25, waar een sterk verhoogde waarde is gevonden. Dit is vermoedelijk toe te schrijven aan een lokale bron, aangezien deze locatie verder van het bedrijfsterrein van Tata Steel ligt dan de meeste andere[13].

- Op de meetlocatie Reyndersweg (38) was de PAK-depositie in de eerste twee meetperioden verhoogd en in de derde meetperiode – met overwegend noordenwind – matig verhoogd. In elk van de drie meetperioden was de depositie hier hoger dan gemiddeld in Wijk aan Zee. De locatie Reyndersweg ligt aan de westzijde van het bedrijfsterrein van Tata Steel, op korte afstand van de terreingrens. In het westelijk deel van het terrein bevinden zich binnen een afstand van vijftig tot enkele honderden meters in oostnoordoostelijke tot zuidelijke richting meerdere open bronnen, zoals op- en overslagen en mengvelden van onder meer kolen.
- In Beverwijk (locaties 29 en 30) is tijdens de eerste meetperiode op beide locaties een (sterk) verhoogde PAK-depositie gemeten. Tijdens deze periode is de wind overheersend zuidwestelijk geweest en vanuit deze richting vaak krachtig, waardoor stoffen vanaf het bedrijfsterrein naar Beverwijk kunnen zijn gewaaid. Dit komt overeen met waarnemingen die bewoners hebben gemeld op één van de meetlocaties (zie paragraaf 3.2). In de beide andere meetperioden, met veel minder wind uit het (zuid)westen, was de PAK-depositie in Beverwijk (matig) verhoogd.
- De PAK-depositie in Velsen-Noord was op beide locaties tijdens alle meetperioden licht tot matig verhoogd. Deze twee locaties liggen op ruim 4 km in zuidoostelijke richting van het deel van het bedrijfsterrein van Tata Steel, waar zich de kooksfabrieken en de meeste grof stof-bronnen bevinden.
- Ook op de locaties in IJmuiden Oost en IJmuiden sluizen was de PAK-depositie licht tot matig verhoogd, enigszins vergelijkbaar met de waarden in Velsen-Noord. De verhoogde waarden in IJmuiden Oost (vooral op locatie 33) tijdens de eerste twee meetperioden zouden verband kunnen houden met lokale bronnen (zie paragraaf 3.2). In de tweede periode kan ook hebben meegespeeld dat de wind meerdere dagen uit noordwestelijke richting kwam, ofwel van het bedrijfsterrein van Tata Steel.
- Op de meetlocaties in Heemskerk zijn niet tot licht verhoogde PAK-posities gemeten. Deze locaties liggen op 5 tot 7 km van het bedrijfsterrein van Tata Steel in noordoostelijke richting. De licht verhoogde waarden tijdens de eerste meetperiode zijn vermoedelijk toe te schrijven aan de overheersend, vaak krachtige zuidwestelijke wind in die periode, waardoor stoffen zich vanaf de bronnen op het bedrijfsterrein tot in Heemskerk kunnen hebben verspreid.
- Op de locatie in Castricum zijn tijdens het onderzoek in 2020 in de tweede en derde meetperiode sterk verhoogde waarden gevonden die waarschijnlijk waren toe te schrijven aan de uitstoot van PAK uit één of meer open haarden in de nabije omgeving die regelmatig aan

[13] Van deze meetlocatie hebben we geen waarnemingenformulier ontvangen.

zijn geweest. Ook in de eerste twee meetperioden in dit onderzoek zijn in Castricum (matig) verhoogde PAK-deposities gevonden, evenals – zoals eerder aangegeven – tijdens de eerste periode op de achtergrondlocatie in Amersfoort. Deze verhoogde waarden zijn mogelijk veroorzaakt door nabijgelegen open haarden (zie paragraaf 3.2). In de derde meetperiode was de depositie in Castricum niet verhoogd.

De meetlocaties 31 en 48 (cluster Velsen Noord) en 35 en 49 (cluster IJmuiden sluizen) liggen dicht bij elkaar, namelijk 100 m respectievelijk 300 m. Verwacht zou worden dat de PAK-deposities op twee nabijgelegen locaties niet al te veel van elkaar verschillen. Dat blijkt soms wel en soms niet zo te zijn. Op de locaties 31 en 48 variëren de verschillen van 3 tot 70% en op de locaties in IJmuiden sluizen van 15 tot 80%. Dit maakt duidelijk dat – zoals beschreven in paragraaf 2.1 – de depositie en samenstelling van (grof) stof door allerlei factoren aanzienlijke variatie kan vertonen, ook op lokaal niveau.
Deze bevinding wordt bevestigd door de constatering dat ook in het meetnet van Vlaanderen (Vlaamse Milieumaatschappij, 2019) het effect van lokale bronnen merkbaar is in de variatie van gemeten PAK-deposities tussen meetlocaties en in de tijd.

De PAK-deposities in het IJmondgebied kunnen ook worden vergeleken met waarden die zijn gemeten op industrielocaties in het meetnet van Vlaanderen (Vlaamse Milieumaatschappij, 2019). In dat meetnet bevinden zich twee locaties, gelegen op ongeveer 3 km van de staalfabriek van ArcelorMittal in Gent en op 1,7 km van het bedrijf VFT-teerraffinaderijen, die met PAK-houdende materialen werken. De jaargemiddelde deposities op deze locaties bedragen (omgerekend naar een periode van 17 dagen) 600 en 1500 ng m^{-2} benz(a)pyreen. Dat is vergelijkbaar met de waarden die zijn gevonden op de locaties in Beverwijk, Velsen-Noord en IJmuiden, behoudens de hogere depositie in periode D in Beverwijk.

3.5 Depositie metalen

De gemeten deposities aan metalen tijdens de drie meetperioden staan in Tabel 3.2 tot en met Tabel 3.4. Net als bij het onderzoek in 2020 hebben we er vanwege de overzichtelijkheid voor gekozen om enkele metalen, waarop de veegmonsters zijn geanalyseerd, niet in de tabellen op te nemen. Het gaat om beryllium, kalium, natrium, fosfor, lithium en seleen[14]. Vanwege de lage terugvindbaarheid van silicium (zie paragraaf 2.5) hebben we nu ook geen meetwaarden van dit element vermeld.

In de tabellen zijn de gemiddelde deposities per clusters van meetlocaties vermeld en voor Wijk aan Zee ook de hoogst gemeten waarde[15]. Deze hoogste waarde binnen het cluster Wijk aan Zee is niet altijd op dezelfde locatie gevonden.

[14] Seleen is niet of nauwelijks in de veegmonsters aangetroffen. Voor beryllium lagen vrijwel alle meetwaarden onder de aantoonbaarheidsgrens. De meetwaarden van kalium, natrium, lithium en fosfor geven een variabel beeld, waarbij de depositie op de locaties in de IJmond soms hoger en soms lager is dan op de achtergrondlocaties. Er is geen duidelijk patroon in te zien. Ook komen kalium, natrium en fosfor 'van nature' al veel voor in bijvoorbeeld opwaaiende bodemstof en zeezoutdeeltjes. Zie ook paragraaf 3.4 van Mennen et al. (2021).
[15] We hebben hier voor gekozen, omdat in Wijk aan Zee op negen meetlocaties is gemeten (en in de andere clusters op één of twee locaties) en de meetwaarden een aanzienlijke variatie tonen. Daarnaast is Wijk aan Zee het cluster, waar voor de meeste metalen de hoogste waarden zijn gemeten.

Tabel 3.2 Depositie aan metalen op verschillende (clusters van) locaties in de meetperiode 11 t/m 27 mei (µg/m^2)

	Wijk aan Zee	Wijk aan Zee	Reynders -weg	Bever-wijk	Velsen-Noord	IJmuiden oost	IJmuiden sluizen	Heems-kerk	Castricum	Achter-grond [a]
	gem.	hoogste waarde [b]		gem.	gem.	gem.	gem.	gem.		gem.
Aluminium	25.449	44.786	27.077	23.441	11.043	19.892	12.720	10.794	28.402	2.816
Arseen	22,6	49,5	29,9	43,4	15,4	13,5	18,1	29,7	23,4	6,6
Barium	261	537	527	726	402	537	826	353	250	143
Calcium	21.605	48.713	10.082	8.717	4.346	12.090	5.365	7.313	9.360	1.454
Cadmium	3,2	4,5	9,6	2,8	3,1	2,7	2,8	2,8	2,7	< 1,7
Kobalt	22,1	36,5	75,0	19,6	18,4	26,7	46,3	10,5	25,7	8,6
Chroom	754	2.342	399	263	176	142	152	84	69	112
Koper	221	470	259	3.663	303	337	539	152	180	147
IJzer	106.665	287.344	777.145	49.076	42738	32.174	56.902	31.663	61.651	5.501
Magnesium	28.949	52.355	35.978	16.637	11787	18.915	11.531	11.281	34.376	3.518
Mangaan	12.701	29.924	10.020	3.322	1853	2.086	2.842	3.045	2.661	2.716
Molybdeen	6,7	11,8	12,3	8,2	9,6	6,2	8,3	3,3	3,7	5,1
Nikkel	126	312	216	80	179	121	125	35	136	21
Lood	269	640	699	2.656	846	2.152	1.686	167	437	160
Antimoon	7,8	22,4	36,4	14,5	9,6	9,1	8,0	5,6	5,2	5,0
Strontium	308	586	293	168	119	241	157	210	298	151
Vanadium	2.082	8.394	1.294	318	142	193	329	136	77	302
Zink	3.160	10.001	7.706	3.570	2418	9.512	3.797	2.761	1.103	536

[a] Locaties De Zilk (42) en Amersfoort (45). De meting op locatie De Rijp (43) in deze meetperiode is mislukt.
[b] De hoogst gemeten waarde binnen het cluster Wijk aan Zee is niet altijd op dezelfde locatie gevonden.

Tabel 3.3 Depositie aan metalen op verschillende (clusters van) locaties in de meetperiode 27 mei t/m 14 juni (µg/m^2)

	Wijk aan Zee	Wijk aan Zee	Reynders-weg	Bever-wijk	Velsen-Noord	IJmuiden oost	IJmuiden sluizen	Heems-kerk	Castricum	Achter-grond [a]
	gemiddeld	hoogste waarde [b]		gem.	gem.	gem.	gem.	gem.		gem.
Aluminium	9.966	15.286	27.054	5.617	7.821	3.446	11.823	4.810	6.444	3.659
Arseen	16,0	41,6	17,6	7,2	5,6	4,6	11,8	6,3	22,8	3
Barium	109	159	380	152	142	136	309	106	211	84
Calcium	12.866	50.505	11.349	2.356	2.347	2.601	5.054	2.205	3.619	1.573
Cadmium	2,1	4,1	15,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,9	1,7	2
Kobalt	9,6	26,8	17,3	7,9	6,4	4,6	20,6	5,8	10,8	5
Chroom	289	764	434	81	81	37	196	63	53	104
Koper	106	155	160	149	142	162	156	211	377	185
IJzer	37.019	58.100	107.741	34.136	19.921	13.802	147.463	30.840	23.019	8.177
Magnesium	17.890	34.687	29.643	5.768	5.306	4.567	11.173	5.144	6.296	4.125
Mangaan	6.227	16.899	10.882	1.371	1.067	685	2.494	1.015	1249	481
Molybdeen	5,2	8,2	10,0	3,2	4,1	4,6	6,5	3,0	1,7	3
Nikkel	36	52	69	93	47	19	118	65	114	62
Lood	187	406	1.063	966	345	402	372	157	272	162
Antimoon	3,7	4,9	28,3	3,8	5,0	3,5	4,8	3,4	3,9	6
Strontium	243	896	232	76	77	92	160	86	212	68
Vanadium	1.113	3.849	1.163	147	92	47	247	76	59	21
Zink	1.223	3.282	7.366	862	995	872	2.917	1.364	1.856	680

[a] Locaties De Zilk (42), De Rijp (43) en Amersfoort (45).

[b] De hoogst gemeten waarde binnen het cluster Wijk aan Zee is niet altijd op dezelfde locatie gevonden.

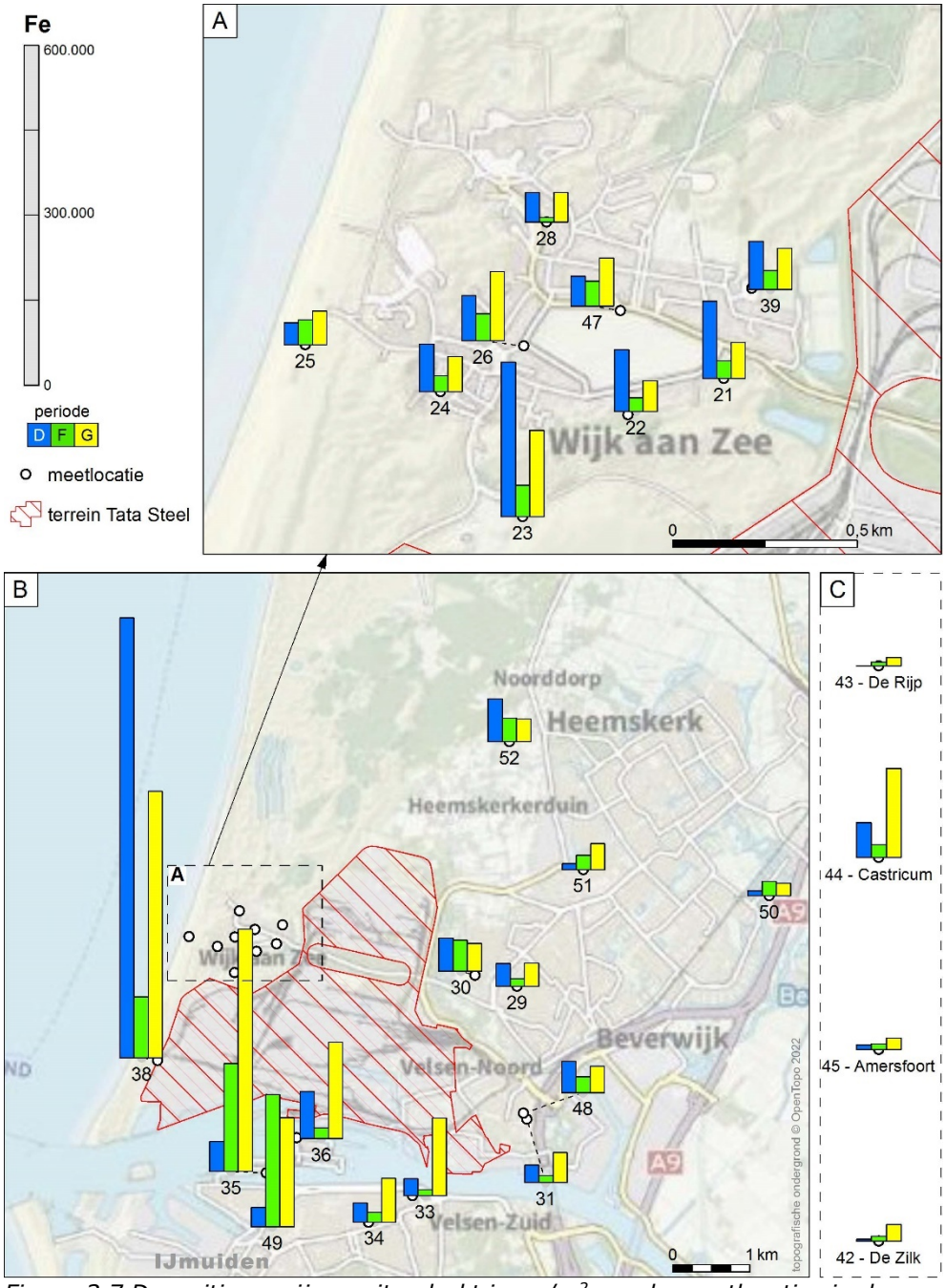
Tabel 3.4 Depositie aan metalen op verschillende (clusters van) locaties in de meetperiode 14 t/m 30 juni (µg/m²)

	Wijk aan Zee	Wijk aan Zee	Reynders -weg	Bever-wijk	Velsen-Noord	IJmuiden oost	IJmuiden sluizen	Heems-kerk	Castricum	Achter-grond [a]
	gemiddeld	hoogste waarde [b]		gem.	gem.	gem.	gem.	gem.		gem.
Aluminium	17.449	27.723	42.076	9.328	10.780	16.491	13.370	8.144	36.363	8.742
Arseen	10,1	16,0	17,9	5,5	4,5	7,0	7,2	4,3	19,8	5
Barium	189	321	754	217	265	236	322	140	385	195
Calcium	8.146	14.216	75.897	2.317	2.525	2.513	4.728	3.504	8.480	3.094
Cadmium	2,4	3,4	15,0	1,7	1,7	1,7	2,3	1,7	3,9	2
Kobalt	16,6	29,7	44,2	10,1	12,5	14,7	24,9	9,3	45,8	9
Chroom	337	969	793	90	166	111	236	55	152	43
Koper	131	195	300	270	255	309	1.320	129	274	200
IJzer	84.593	160.711	471.136	44.653	49.789	107.279	263.482	36.079	157.195	21.194
Magnesium	15.052	26.317	41.771	5.627	6.859	6.676	9.829	7.282	36.857	5.425
Mangaan	6.876	20.623	18.020	1.378	1.245	1.202	3.711	953	2.419	670
Molybdeen	3,6	6,9	11,4	3,2	4,6	5,1	9,7	2,4	2,5	2
Nikkel	81	135	145	54	105	81	129	45	195	49
Lood	164	269	541	1.111	476	886	419	118	332	178
Antimoon	4,4	6,4	30,7	4,2	6,8	9,1	5,4	3,4	6,0	6
Strontium	188	285	1.425	81	85	80	118	124	336	95
Vanadium	711	2.437	2.109	106	85	101	308	55	129	30
Zink	2.043	3.840	21.182	2.287	3.197	3.963	8.752	901	3.229	1.587

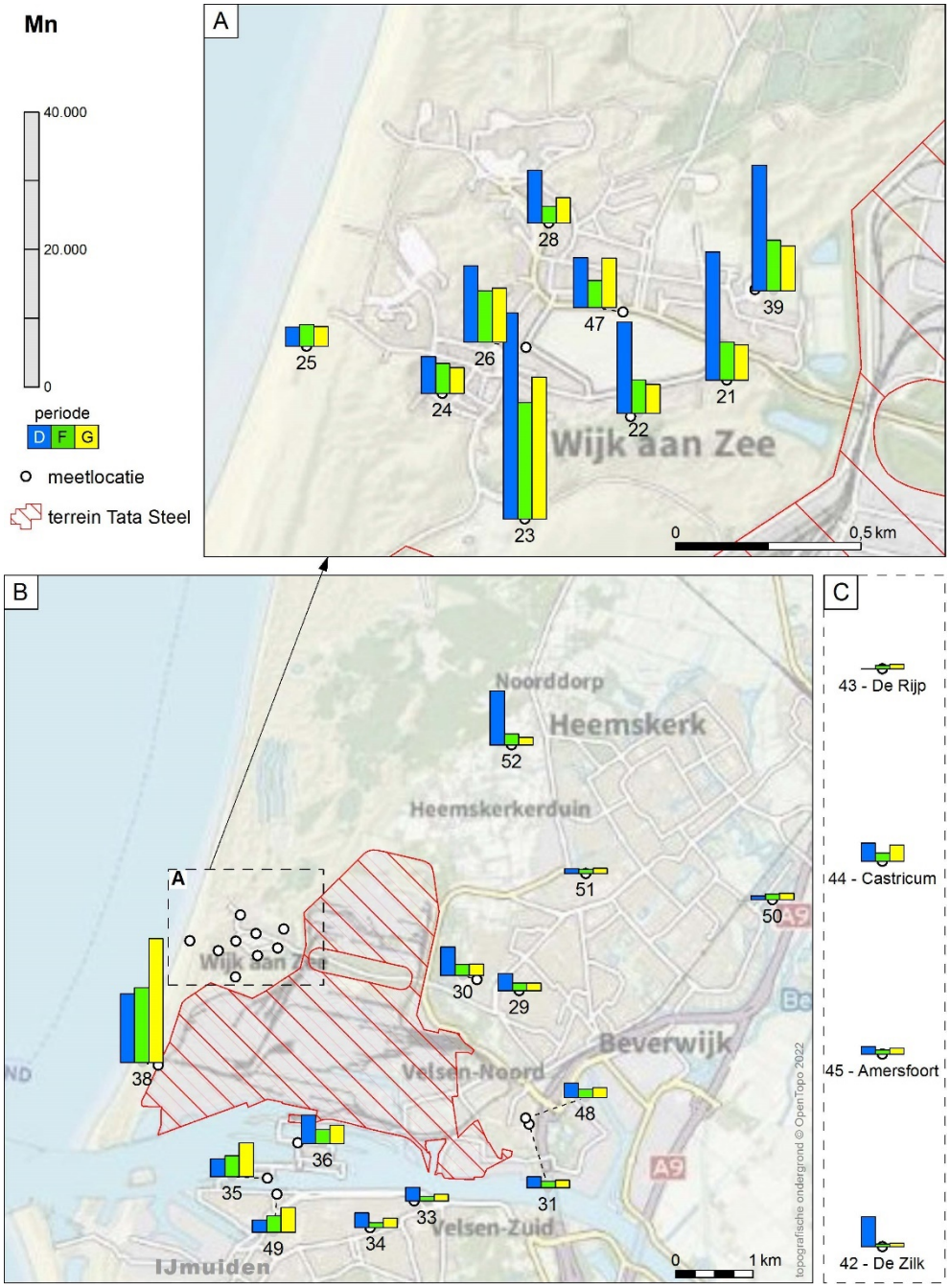
[a] Locaties De Zilk (42), De Rijp (43) en Amersfoort (45).
[b] De hoogst gemeten waarde binnen het cluster Wijk aan Zee is niet altijd op dezelfde locatie gevonden.

De deposities aan metalen op de drie achtergrondlocaties (Castricum dus niet meegerekend) komen in het algemeen qua orde van grootte overeen met referentiewaarden voor onbelaste locaties (Mennen en Van Belle, 2007; Mennen et al., 2004). Een overzicht van deze referentiewaarden is gegeven in Bijlage 4. Enkele keren is op één van de achtergrondlocaties in een bepaalde periode een verhoogde waarde gevonden, bijvoorbeeld voor vanadium en mangaan op locatie 42 (De Zilk) in periode D en voor aluminium en zink op locatie 45 (Amersfoort) in periode G. Hier hebben we op basis van de waarnemingen en meldingen (paragraaf 3.2) geen verklaring voor gevonden.
Mede daarom hebben wij er, net als bij de PAK, voor gekozen om niet – zoals bij het onderzoek in 2020 – de *mate van verhoging* te berekenen door de deposities aan metalen op de verschillende locaties en clusters in de IJmond te delen door de gemiddelde depositie op de achtergrondlocaties.

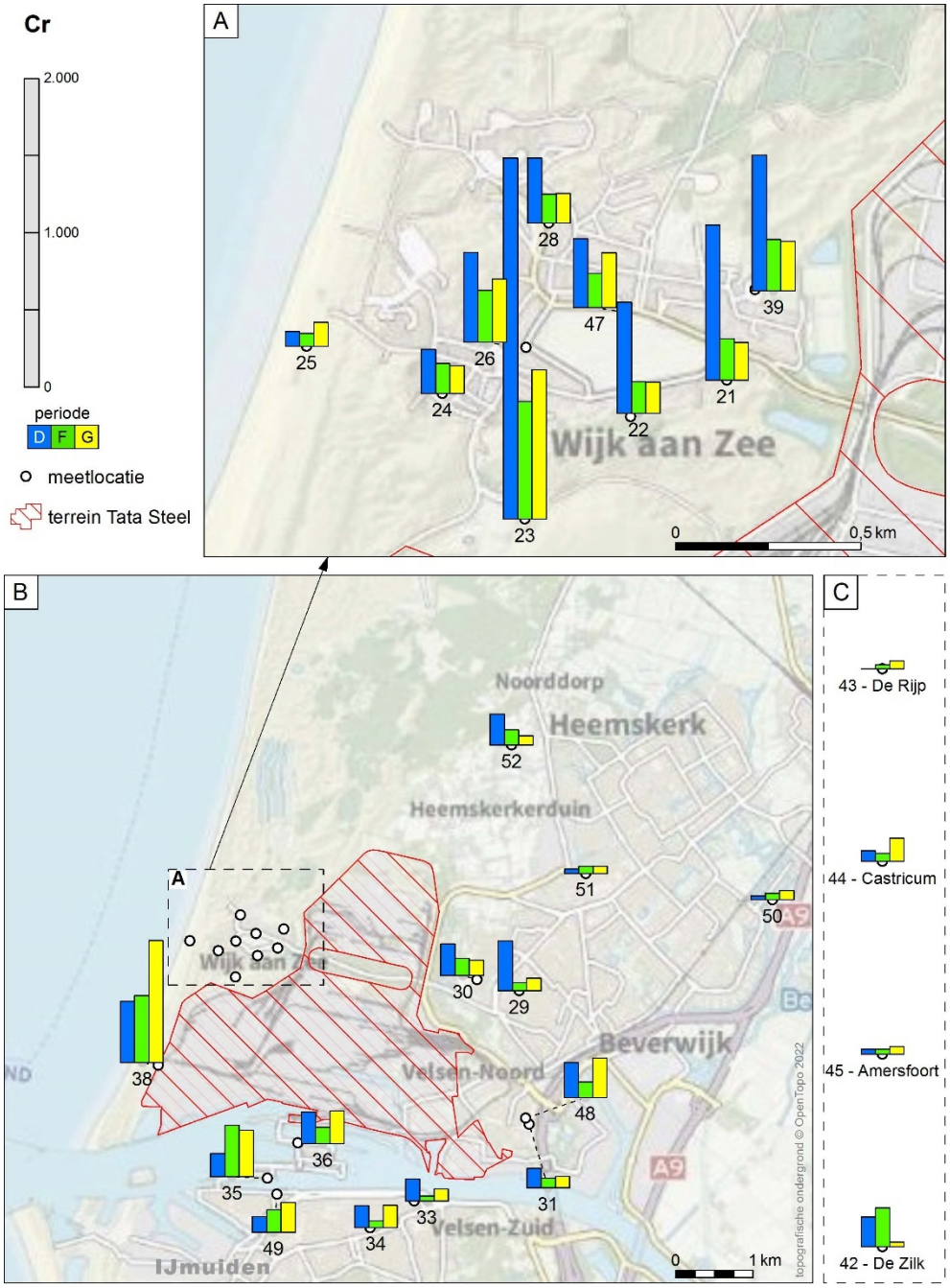
De gemeten deposities van zes metalen, namelijk ijzer, mangaan, chroom, aluminium, zink en lood, zijn grafisch weergegeven in Figuur 3.7 tot en met Figuur 3.12. Deze metalen hebben we gekozen als voorbeelden om de omvang van de verhoogde depositie over de clusters van locaties te illustreren. IJzer, mangaan en chroom zijn metalen die veel worden toegepast in staal en staalproducten en kunnen vrijkomen bij de staalproductie. Ook aluminium, zink en lood kunnen daarbij vrijkomen, maar deze metalen zijn minder typerend voor de staalproductie en kunnen ook aan andere bronnen worden gerelateerd, zoals andere industriële bronnen, bouwmaterialen, trein- en wegverkeer, opwaaiend bodemstof en zand.
De drie staven bij elke meetlocatie geven de depositie (in $\mu g/m^2$) in de drie opeenvolgende meetperioden weer. Net als in Figuur 3.6 zijn de meetwaarden op de achtergrondlocaties in een apart kader rechts in de figuur weergegeven.
Omdat de depositiewaarden van de diverse metalen in absolute zin sterk verschillen, hebben we per figuur een passende schaal gekozen.



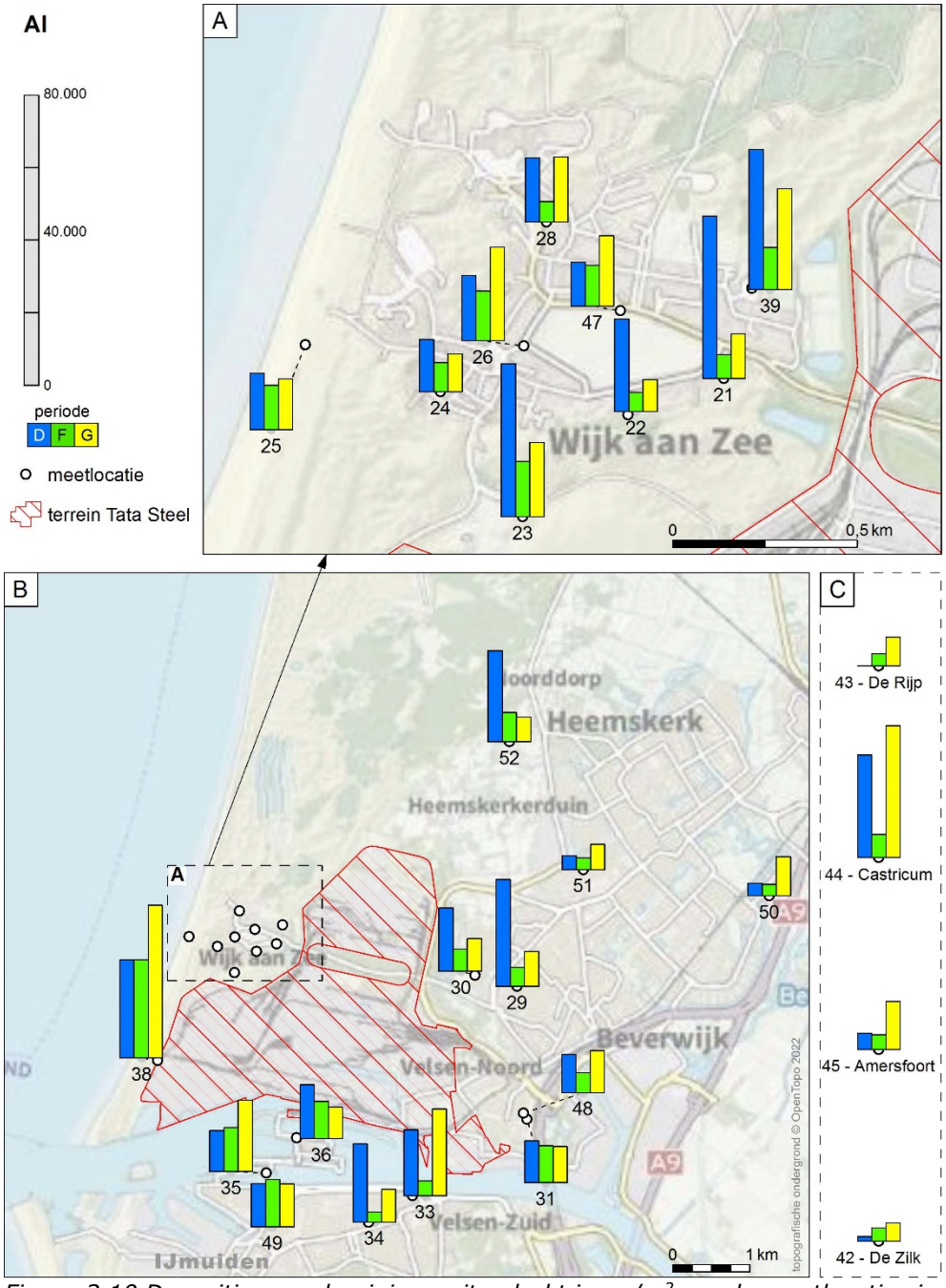
Figuur 3.7 Depositie van ijzer, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties tijdens de drie meetperioden.



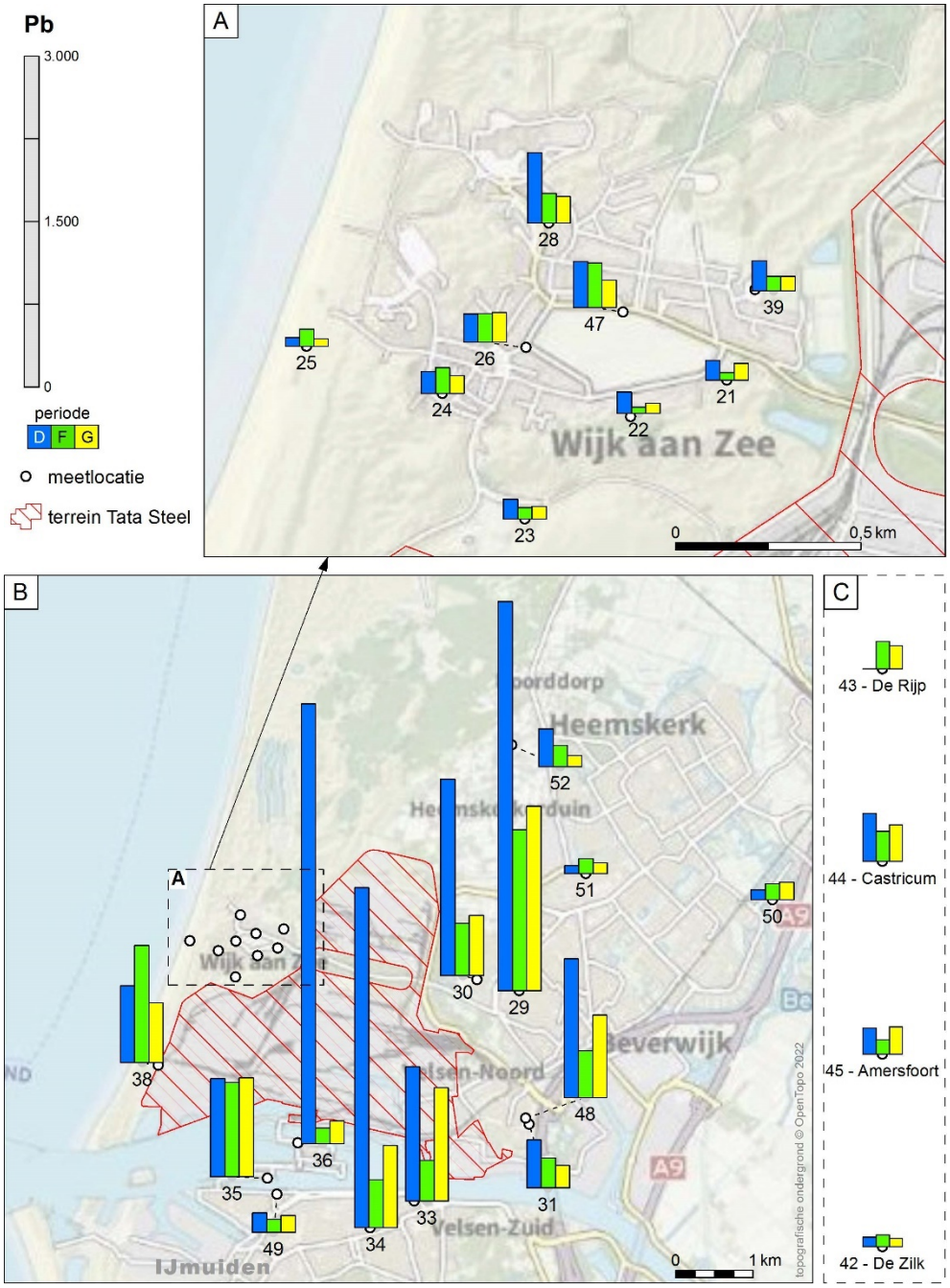
Figuur 3.8 Depositie van mangaan, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties tijdens de drie meetperioden.



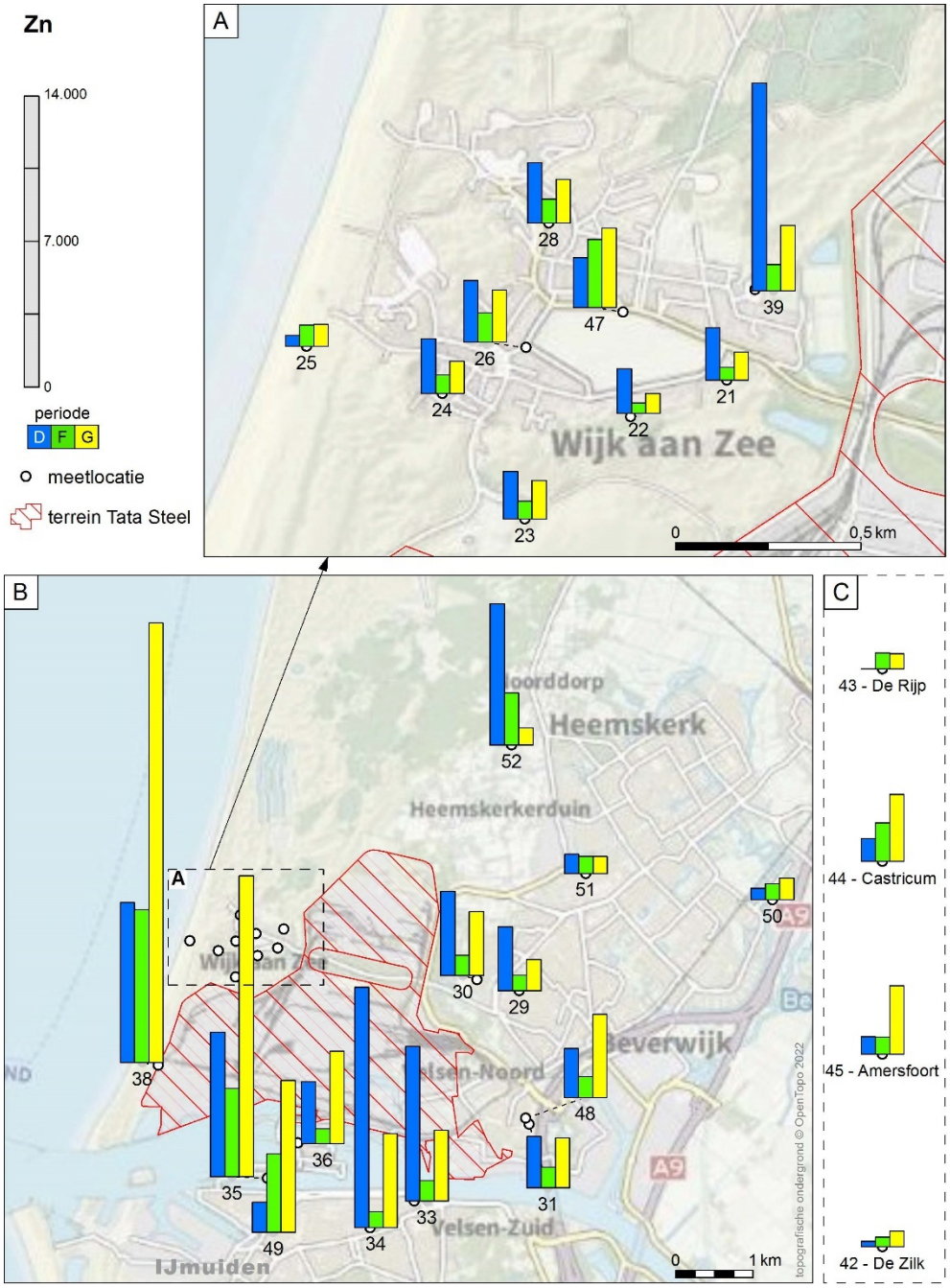
Figuur 3.9 Depositie van chroom, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties tijdens de drie meetperioden.



Figuur 3.10 Depositie van aluminium, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties tijdens de drie meetperioden.



Figuur 3.11 Depositie van lood, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties tijdens de drie meetperioden.



Figuur 3.12 Depositie van zink, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties tijdens de drie meetperioden.

De figuren laten de volgende bevindingen zien:

- In Wijk aan Zee is de depositie aan ijzer, mangaan, vanadium, chroom, aluminium, magnesium en calcium op de meeste locaties (sterk) verhoogd, vooral tijdens de eerste meetperiode. Dit geldt met name voor de locaties 23, 26 en 39 en in de eerste meetperiode ook voor locaties 21 en 22. Deze locaties liggen relatief dicht bij het terrein van Tata Steel. In alle meetperioden was er enkele dagen wind vanaf het bedrijfsterrein in de richting van Wijk aan Zee, maar in de eerste meetperiode het vaakst.

- Ook bij het meetstation Reyndersweg (38) zijn verhoogde deposities van deze metalen gemeten. Over het algemeen liggen deze tussen de hoogste en gemiddelde waarden in Wijk aan Zee, alleen de depositie van ijzer is steeds het hoogst op de locatie Reyndersweg.
- Daarnaast zijn in zowel Wijk aan Zee als bij het meetstation Reyndersweg (licht) verhoogde deposities gevonden van arseen, barium, kobalt, koper, nikkel en zink, maar gemiddeld genomen minder sterk dan voor de hierboven genoemde metalen. Op de meeste locaties in Wijk aan Zee is de looddepositie niet of nauwelijks verhoogd; alleen in meetperiode D is op enkele locaties een licht verhoogde depositie gevonden. Voor zink zijn enkele malen opvallend hoge waarden gevonden, namelijk in de eerste meetperiode op locatie 39 en in de derde meetperiode bij het meetstation Reyndersweg.
- In Beverwijk zijn tijdens de eerste meetperiode, met een overheersend, veelal krachtige zuidwestelijke wind, sterk verhoogde deposities van lood en koper gemeten (vooral op locatie 29) en daarnaast (matig) verhoogde waarden voor aluminium, arseen, barium, calcium, chroom, ijzer, mangaan, magnesium, nikkel, vanadium en zink. In de tweede en derde meetperiode waren de deposities van metalen in dit cluster licht tot matig verhoogd behalve voor lood op locatie 29 waar steeds een (sterk) verhoogde waarde werd gevonden. Deze bevinding lijkt te zijn gerelateerd aan één of meer lokale bronnen (zie paragraaf 4.3).
- Op de locaties in de clusters Velsen-Noord, IJmuiden Oost, IJmuiden sluizen en Heemskerk zijn in alle meetperioden over het algemeen licht tot matig verhoogde deposities gemeten van aluminium, arseen, barium, calcium, kobalt, chroom, ijzer, mangaan, magnesium, nikkel en vanadium. In de clusters IJmuiden Oost en IJmuiden sluizen was de depositie aan ijzer in de derde meetperiode, met overwegend noordelijke wind, verhoogd. Verder valt de hoge depositie aan mangaan op locatie 52 in de eerste meetperiode op.
- In de clusters Velsen-Noord, IJmuiden Oost, IJmuiden sluizen en Heemskerk is het beeld voor koper, lood en zink nogal wisselend. De depositie aan lood is (sterk) verhoogd op de locaties 33, 34, 36 en 48 in periode D, locatie 29 in periodes F en G en locatie 33 in periode G, maar niet tot matig verhoogd op andere locaties dan wel in andere meetperioden. Voor zink is de depositie vooral (sterk) verhoogd op locatie 33, 34 en 52 in periode D en locaties 34, 35, 36, 48 en 49 in periode G en voor koper op locatie 35 in periode G. Deze patronen wijken duidelijk af van die van bijvoorbeeld ijzer, mangaan en chroom, alle drie metalen die typerend zijn voor de staalindustrie.
- In Castricum zijn in de eerste en derde meetperiode (matig) verhoogde deposities gemeten van aluminium, arseen, calcium, kobalt, ijzer, mangaan, magnesium en nikkel. Daarnaast zijn licht verhoogde waarden gevonden voor lood (periode D), koper (periode F) en zink (periodes F en G).
- In het hele IJmondgebied is de depositie aan cadmium, antimoon, molybdeen en strontium, op een enkele uitzondering na, niet verhoogd. De uitzonderingen zijn matig verhoogde

waarden voor cadmium en antimoon bij het meetstation Reyndersweg (in alle meetperioden) en voor strontium op locatie 25 (eerste en tweede meetperiode) en bij het meetstation Reyndersweg (derde meetperiode).

3.6 Samenvatting depositie PAK en metalen

Samenvattend kunnen we concluderen dat in Wijk aan Zee en bij het meetstation Reyndersweg (sterk) verhoogde deposities zijn gevonden van ijzer, mangaan, vanadium, chroom, aluminium, magnesium en calcium en (licht) verhoogde deposities van PAK, arseen, barium, kobalt, koper, nikkel, lood en zink. Over het algemeen zijn de hoogste waarden gevonden op de locaties die het dichtst bij het terrein van Tata Steel liggen, maar daar zijn ook uitzonderingen op. Zo is de PAK-depositie in de derde meetperiode alleen sterk verhoogd op locatie 25, die relatief ver van het terrein van Tata Steel ligt. Vermoedelijk is dit veroorzaakt door een nabijgelegen bron. Op een aantal locaties in Wijk aan Zee is de looddepositie niet verhoogd.
In Beverwijk zijn tijdens de eerste meetperiode, met een dominante, veelal krachtige zuidwestenwind, sterk verhoogde deposities van PAK, lood en koper gemeten en (matig) verhoogde waarden voor aluminium, arseen, barium, calcium, chroom, ijzer, mangaan, magnesium, nikkel, vanadium en zink. In de andere meetperioden waren de deposities van PAK en metalen in dit cluster licht tot matig verhoogd behalve voor lood op locatie 29 waar steeds een verhoogde tot sterk verhoogde waarde werd gevonden.
Op de andere locaties in de IJmond zijn licht tot matig verhoogde deposities gemeten van PAK, aluminium, arseen, barium, calcium, kobalt, chroom, ijzer, mangaan, magnesium, nikkel en vanadium. Het beeld voor koper, lood en zink op deze locaties is wisselend. De deposities van deze metalen variëren van licht tot sterk verhoogd en er is geen duidelijke systematische samenhang te zien met de locaties in relatie tot de windrichtingen in de drie meetperioden. Wel is duidelijk dat de patronen afwijken van die van bijvoorbeeld ijzer, mangaan en chroom, alle drie metalen die typerend zijn voor emissies uit de staalindustrie. Mede gezien deze patronen en de verdeling van de windrichting in de drie meetperioden is het aannemelijk dat de verhogingen voor een deel zijn toe te schrijven aan andere (lokale) bronnen dan aan emissies van Tata Steel.
In Castricum zijn soms (matig) verhoogde deposities gemeten van PAK, aluminium, arseen, calcium, kobalt, koper, ijzer, mangaan, magnesium, lood, nikkel en zink. Het is aannemelijk dat deze verhogingen niet of hooguit een beetje zijn toe te schrijven aan stofdeeltjes die afkomstig zijn van het bedrijfsterrein van Tata Steel. Voor vanadium en chroom, beide metalen die typerend zijn voor stof van Tata Steel, wijken de gemeten waarden namelijk niet af van het achtergrondniveau.
Ook op de andere achtergrondlocaties is enkele keren een verhoogde waarde gevonden van PAK of bepaalde metalen, zoals aluminium, mangaan, vanadium en zink. Hier hebben we op basis van de waarnemingen en meldingen geen verklaring voor gevonden
In het hele IJmondgebied is de depositie aan cadmium, antimoon, molybdeen en strontium, op een enkele uitzondering na, niet verhoogd.

Zoals eerder is geconstateerd in onderzoek naar de herkomst van PAK en metalen in (neergedaald) stof in de IJmond is het aannemelijk dat

een aanmerkelijk deel van deze PAK en een aantal metalen afkomstig zijn van Tata Steel (Elberse et al., 2021; Mooibroek et al., 2022). Dit is vooral toe te schrijven aan emissies van stof bij de productie van pellets, sintererts en kooks (Ciaparra et al., 2009; Liberti et al., 2006; Khaparde et al., 2016; Stella et al., 2012; Cetin et al., 2007; Almeida et al., 2015; Beddows en Harrison, 2018; Small et al., 2021; Pernigotti et al., 2016), aan verwaaiing van (grof) stofdeeltjes uit op- en overslagen van steenkool, ertsen en andere materialen, en aan het opwaaien van eerder neergedaald stof van het bedrijfsterrein. Ook emissies van de bedrijven Harsco Metals en Pelt & Hooykaas, die op het terrein van Tata Steel liggen, kunnen hebben bijgedragen aan de verhoogde depositie van metalen.

De verschillen in patronen van verhoogde deposities van enerzijds PAK en anderzijds metalen zoals ijzer, mangaan en chroom (zoals is weergegeven in Figuur 3.6 tot en met Figuur 3.9) maken duidelijk dat de neergedaalde stofdeeltjes van meerdere bronnen op het terrein van Tata Steel afkomstig zijn.

Daarnaast is in het herkomstonderzoek ook geconcludeerd dat een deel van de PAK en metalen in het neergedaalde stof afkomstig is van andere bronnen. In algemene zin zijn typische bronnen van PAK bijvoorbeeld kolencentrales, afvalverbranding, diverse industriële bronnen, houtstook, barbecues, wegverkeer en scheepvaart. Verschillende metalen kunnen onder andere vrijkomen uit allerlei industriële bronnen, weg- en treinverkeer, scheepvaart, opwekking van elektriciteit en afvalverbranding. Metalen komen ook voor in opwaaiend bodemstof, zogenaamde ‘urban dust’: stof van bouwmaterialen, verf, slijtage van materialen, wegen en banden, vuurwerkresten of stof dat vrijkomt als gevolg van ‘historische’ bodemverontreiniging.
Op grond van onze analyses naar de herkomst van de depositie van PAK en metalen in (grof) stof kunnen we echter niet specificeren wat de relatieve, afzonderlijke bijdrage van deze bronnen is aan de gemeten depositiewaarden in het IJmondgebied.

De bevindingen in dit depositieonderzoek in het voorjaar van 2022 bevestigen min of meer het hierboven beschreven beeld dat Tata Steel een belangrijke bron is van PAK en metalen in neergedaald stof in de IJmond, maar dat ook andere bronnen daar aan bijdragen. Die bijdragen kunnen we niet specificeren. In het volgende hoofdstuk vergelijken we de resultaten van dit onderzoek met die van de metingen in het najaar van 2020, die onder meer zijn gebruikt voor het onderzoek naar de herkomst.

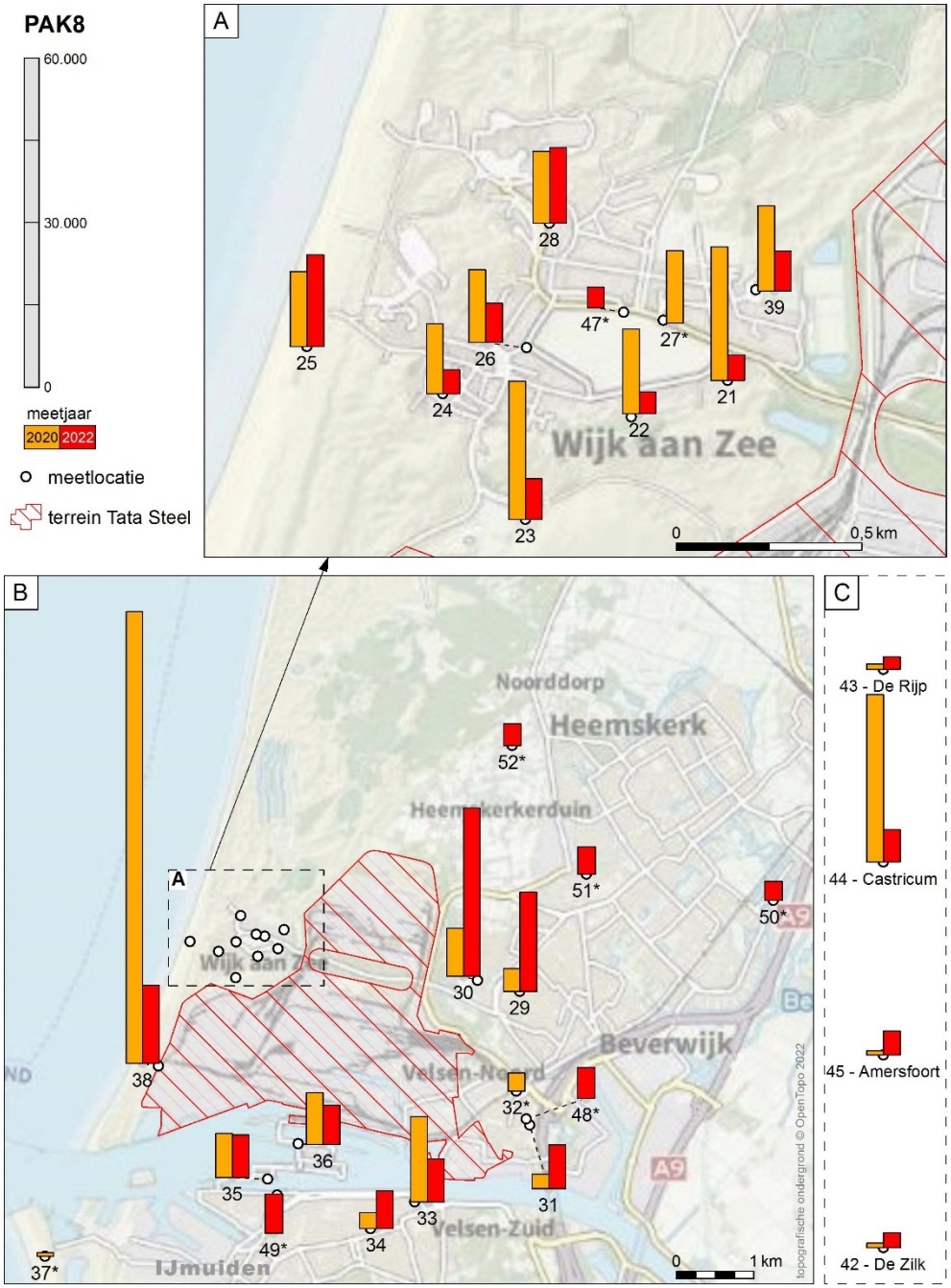
4 Vergelijking met meetwaarden onderzoek 2020

Het depositieonderzoek dat het RIVM in het najaar van 2020 heeft uitgevoerd, kunnen we beschouwen als een nulmeting, omdat dit het eerste onderzoek in de IJmond is waar op uitgebreide schaal de hoeveelheden PAK en metalen in gedeponeerd stof zijn gemeten. Het in dit rapport beschreven depositieonderzoek is min of meer een herhaling van het onderzoek in 2020. Uit de metingen in 2020 is gebleken dat er (sterk) verhoogde hoeveelheden stofdeeltjes met PAK en metalen voorkomen in het IJmondgebied en dat het wenselijk is deze hoeveelheden langere tijd te monitoren. Zo kunnen we vaststellen of er een trend is waar te nemen, wat kan bijdragen aan inzicht in het effect van maatregelen om emissies te beperken.
In dit hoofdstuk vergelijken we de resultaten van de metingen in dit onderzoek (periode: 11 mei tot en met 30 juni 2022) met die van het depositieonderzoek in het najaar van 2020 (periode: 5 oktober tot en met 26 november 2020). Bij deze vergelijking worden ook de verschillen in weersomstandigheden, in het bijzonder de variatie in de windrichting (zie Figuur 3.1), tussen beide onderzoeken en andere factoren in beschouwing genomen.

4.1 Vergelijking PAK-depositie

Om de gemeten PAK-deposities van beide onderzoeken te kunnen vergelijken, hebben we eerst op elke locatie de gemiddelde meetwaarden van beide onderzoeken berekend. Ofwel de gemiddelde waarden over de meetperiodes A, B en C (2020) resp. die over de meetperiodes D, F en G (voorjaar 2022)[16].
Figuur 4.1 toont voor elke meetlocatie de gemiddelde deposities van de som EFSA PAK8 uit de onderzoeksperioden in 2020 en 2022. Locaties, waar alleen in 2020 of 2022 is gemeten zijn aangeduid met een *.

[16] Omwille van de overzichtelijkheid hebben we er voor gekozen om niet per locatie de meetwaarden van alle zes de meetperioden (drie in 2020 en drie in 2022) in de figuren weer te geven.



*Figuur 4.1 Vergelijking van de gemeten depositie van de som EFSA PAK8, uitgedrukt in ng/m^2, op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties. Op locaties met een * is alleen in 2020 of in 2022 gemeten.*

- In deze figuur is duidelijk te zien dat in Wijk aan Zee de PAK-depositie in het voorjaar van 2022 over het geheel bezien lager was dan in het najaar van 2020. Er zijn wel verschillen per meetlocatie. Zo zijn de meetwaarden op de locaties 25 en 28 in beide onderzoeksperioden ongeveer even hoog, maar op locaties 21 en 22 was de PAK-depositie in 2022 ongeveer vijf keer lager dan in 2020. Ook op de meetlocatie Reyndersweg werd in 2022 een vijfmaal zo lage PAK-depositie gevonden.

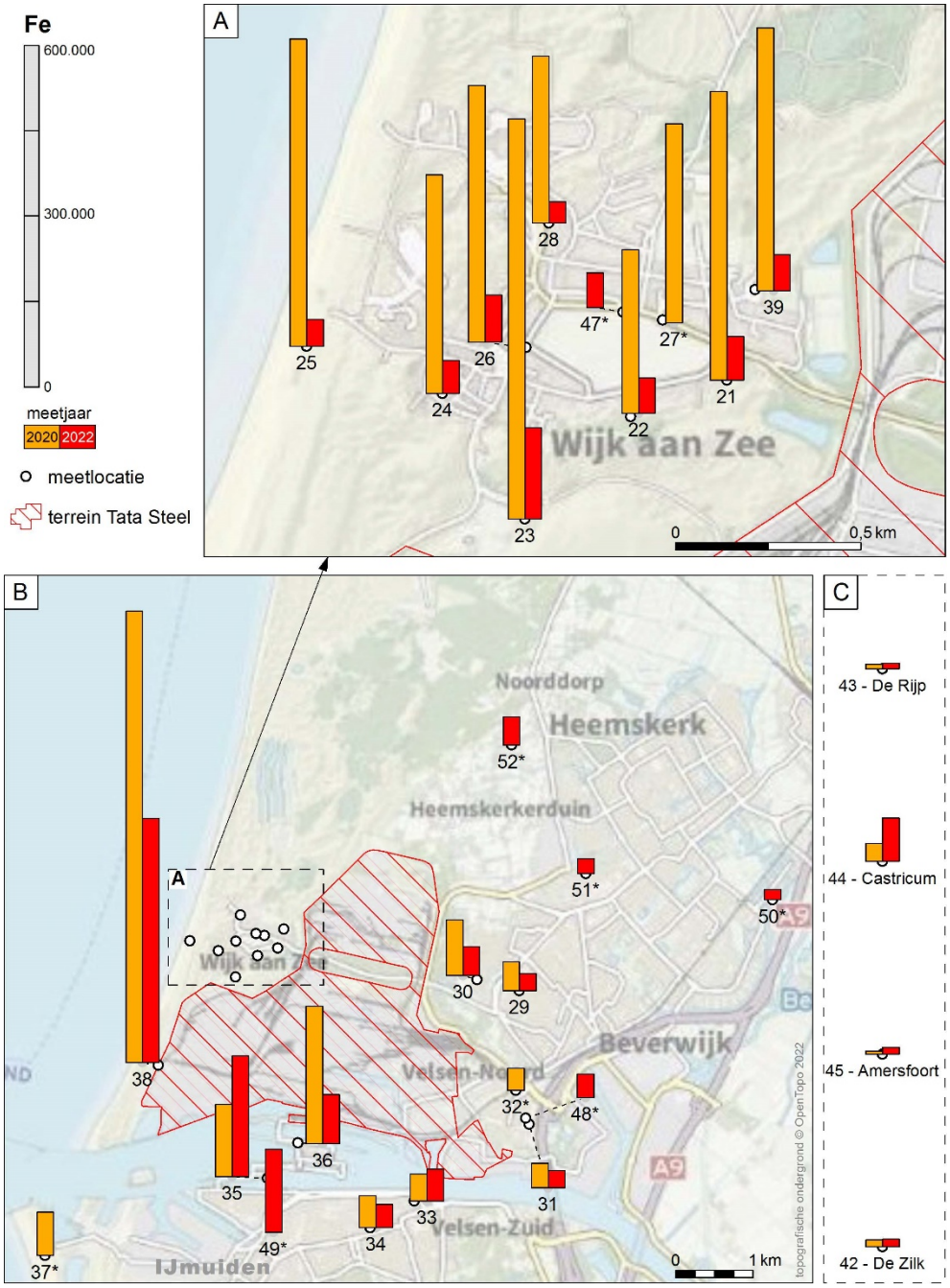
- De meetwaarden in Beverwijk laten juist het tegenovergestelde zien. Op deze locaties was de PAK-depositie in 2022 drie- tot vijfmaal hoger dan in 2020.
- Ook in Velsen-Noord was de depositie in 2022 hoger, al is het verschil minder groot dan in Beverwijk[17].
- Het beeld in IJmuiden is wisselend. Op locatie 33 was de PAK-depositie in 2022 lager dan in 2020 en op locatie 34 juist hoger[18]. In het cluster IJmuiden sluizen was de PAK-depositie in 2020 en 2022 op beide locaties[19] gemiddeld ongeveer even hoog.
- In Heemskerk is in 2020 niet gemeten.
- De in 2020 in Castricum gemeten PAK-depositie werd gedomineerd door sterk verhoogde waarden in twee van de drie meetperioden, waarvan werd vermoed dat die werden veroorzaakt door de uitstoot van PAK uit één of meer nabijgelegen open haarden. Ook tijdens de eerste twee meetperioden in 2022 kan dit effect hebben meegespeeld, gezien de gemelde waarnemingen (zie paragraaf 3.2) en de matig verhoogde PAK-deposities, maar het effect is minder sterk dan in 2020.
- Zoals we al hebben aangegeven in paragraaf 3.4, waren de PAK-deposities op de achtergrondlocaties in 2022 hoger dan in 2020. Uitgezonderd de eerste meetperiode in Amersfoort, waar een afwijkend verhoogde depositie werd gemeten die waarschijnlijk is veroorzaakt door één of meer lokale bronnen, vallen de meetwaarden wel binnen de variatie aan achtergrondwaarden die op onbelaste locaties in Vlaanderen zijn gemeten (Vlaamse Milieumaatschappij, 2019).

Het verschil tussen de PAK-deposities op de achtergrondlocaties tijdens beide onderzoeken zou in theorie te maken kunnen hebben met seizoensinvloed. Immers, van verschillende bronnen van PAK (bijvoorbeeld open haarden en energiecentrales) zijn de emissies in de winter hoger dan in de zomer. Uit de metingen in Vlaanderen over meerdere jaren is echter gebleken dat er geen duidelijk systematisch verschil is te zien tussen de PAK-depositie in de zomer en winter (Vlaamse Milieumaatschappij, 2015; 2019). Een verklaring hiervoor is er momenteel nog niet.

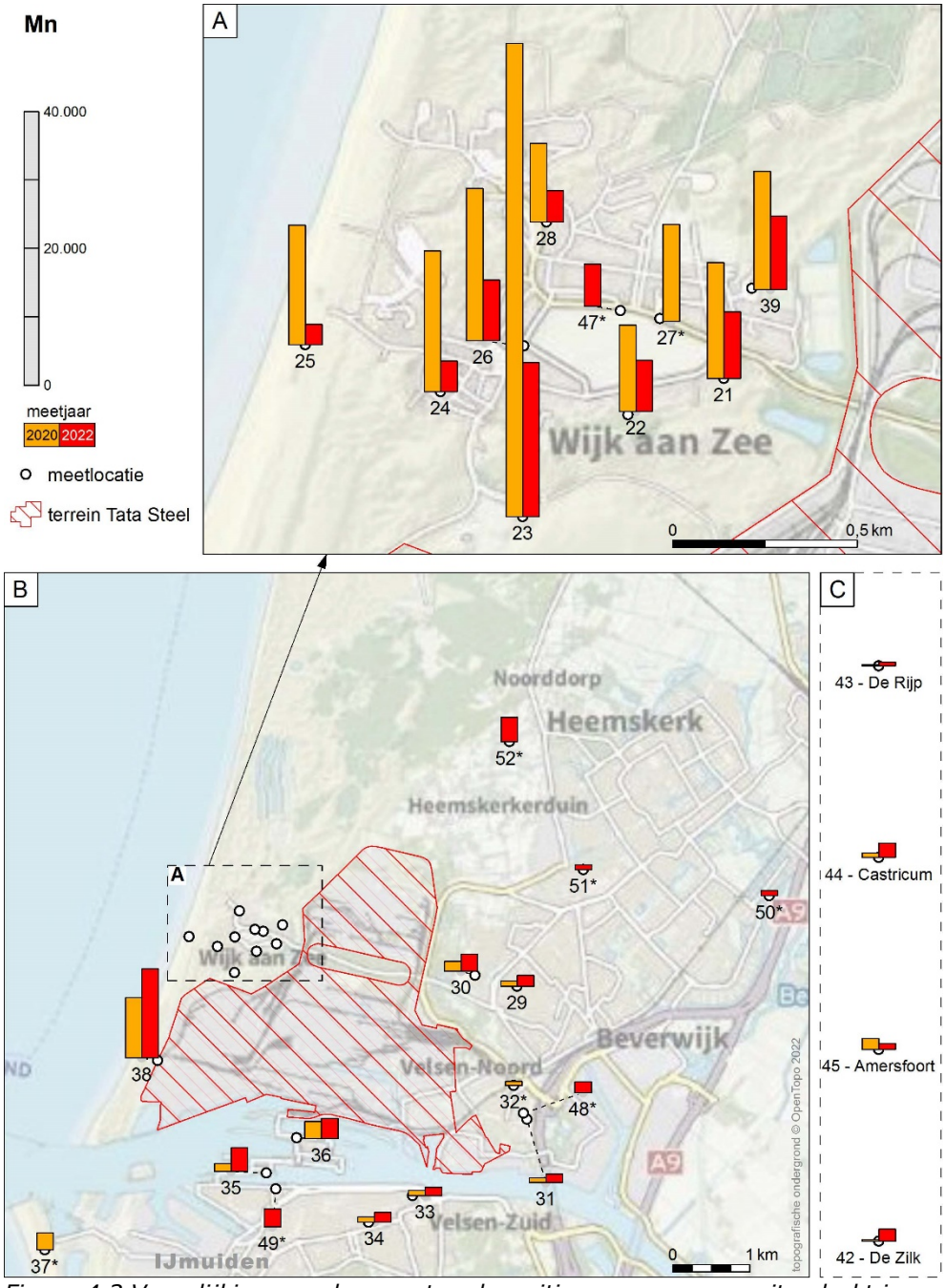
4.2 Vergelijking depositie metalen

Net als voor PAK hebben we voor de metalen eerst op elke locatie de gemiddelde meetwaarden van beide onderzoeken berekend. Figuur 4.2 tot en met Figuur 4.7 tonen voor elke meetlocatie de gemiddelde deposities van de metalen ijzer, mangaan, chroom, aluminium, zink en lood uit de onderzoeksperioden in het najaar van 2020 en het voorjaar van 2022. Locaties, waar alleen in 2020 of 2022 is gemeten zijn aangeduid met een *.

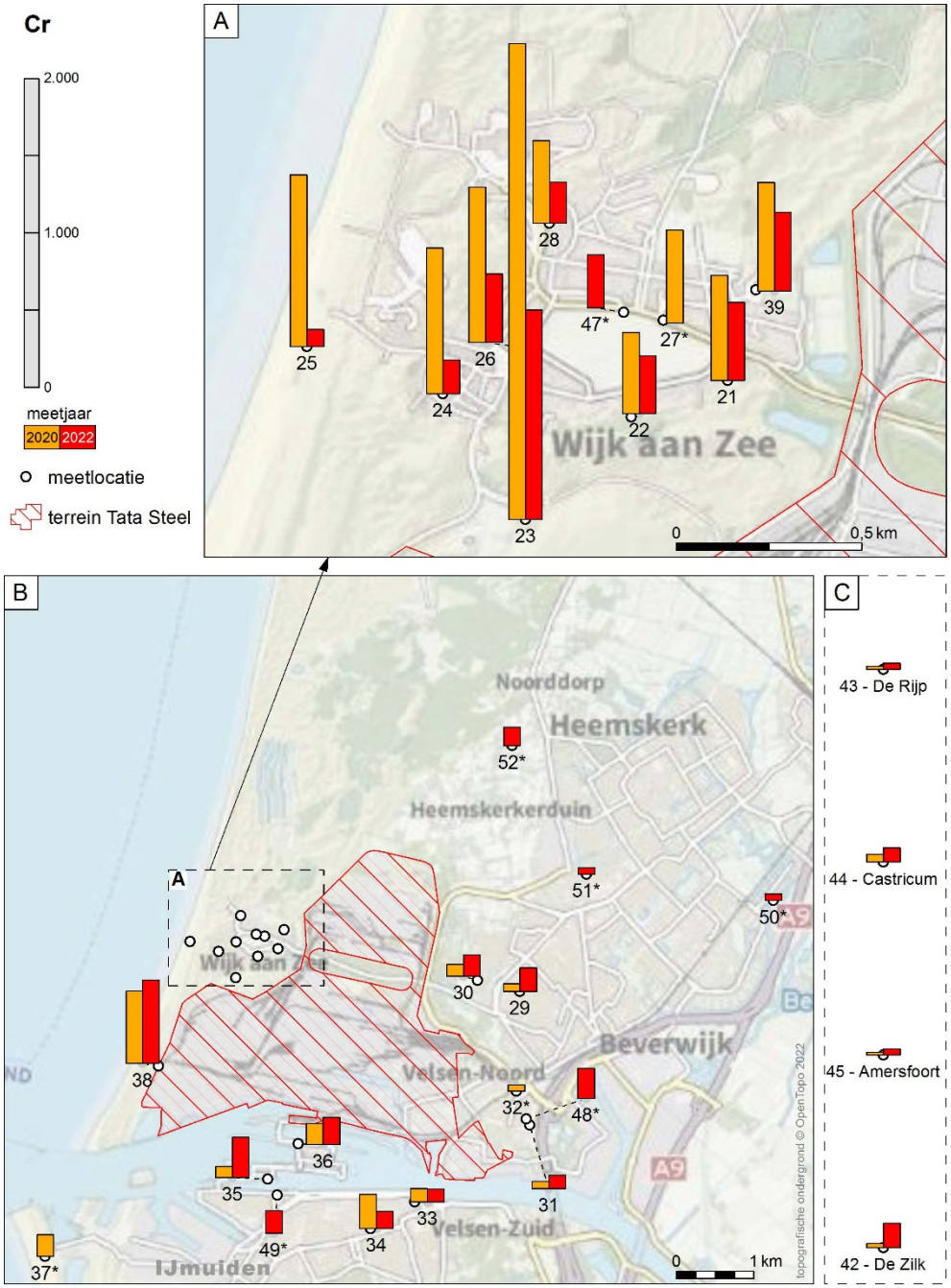
[17] Op locatie 31 was de PAK-depositie in voorjaar 2022 3 maal zo hoog als in 2020. Op locatie 48 (waar in 2022 is gemeten) was de waarde hoger dan op locatie 32 (waar is gemeten in 2020), maar deze zijn vanwege hun onderlinge afstand minder goed vergelijkbaar.
[18] Tijdens de tweede meetperiode van het onderzoek in 2020 was de PAK-depositie op locatie 33 relatief hoog, terwijl de wind in die periode niet vaak uit de richting van Tata Steel of het Noordzeekanaal afkomstig was. Vermoedelijk hebben destijds één of meer andere, lokale bronnen een rol gespeeld.
[19] Op locatie 49 is alleen in 2022 gemeten. Deze locatie verving locatie 37 die was gelegen in IJmuiden nabij het strand. Deze is qua ligging niet goed vergelijkbaar met locatie 49 (zie paragraaf 2.3).



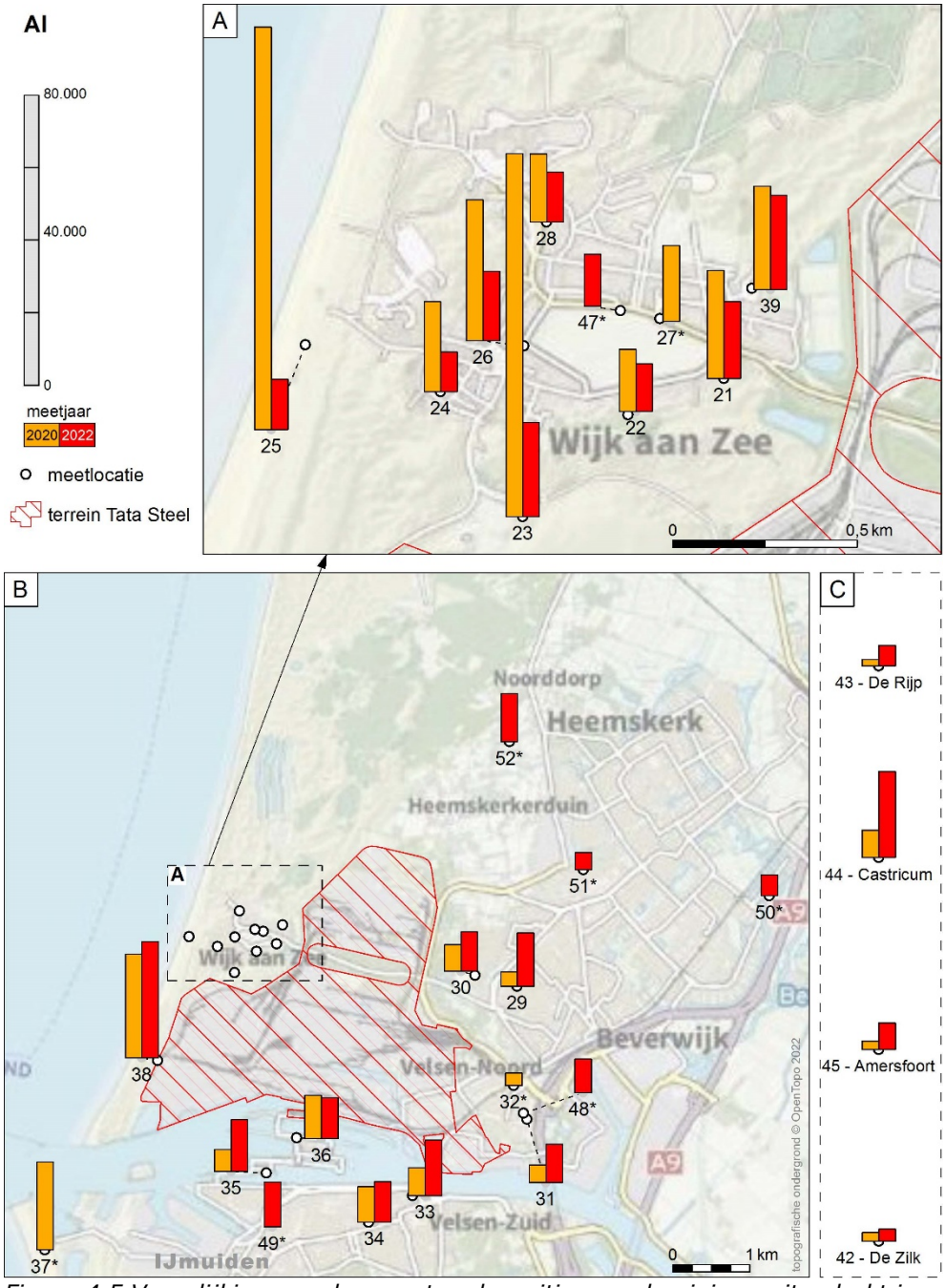
*Figuur 4.2 Vergelijking van de gemeten depositie van ijzer, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties. Op locaties met een * is alleen in 2020 of in 2022 gemeten.*



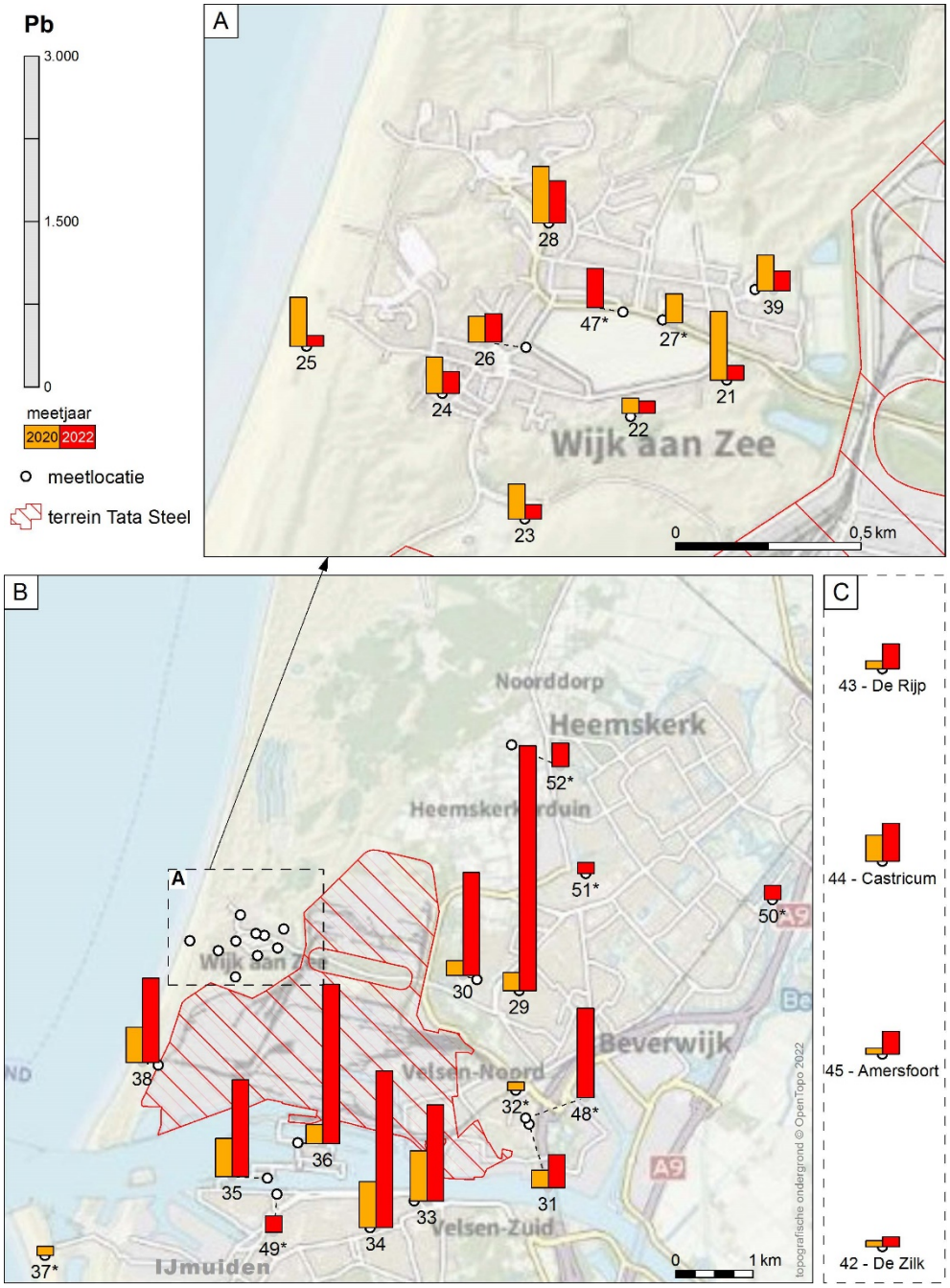
*Figuur 4.3 Vergelijking van de gemeten depositie van mangaan, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties. Op locaties met een * is alleen in 2020 of in 2022 gemeten.*



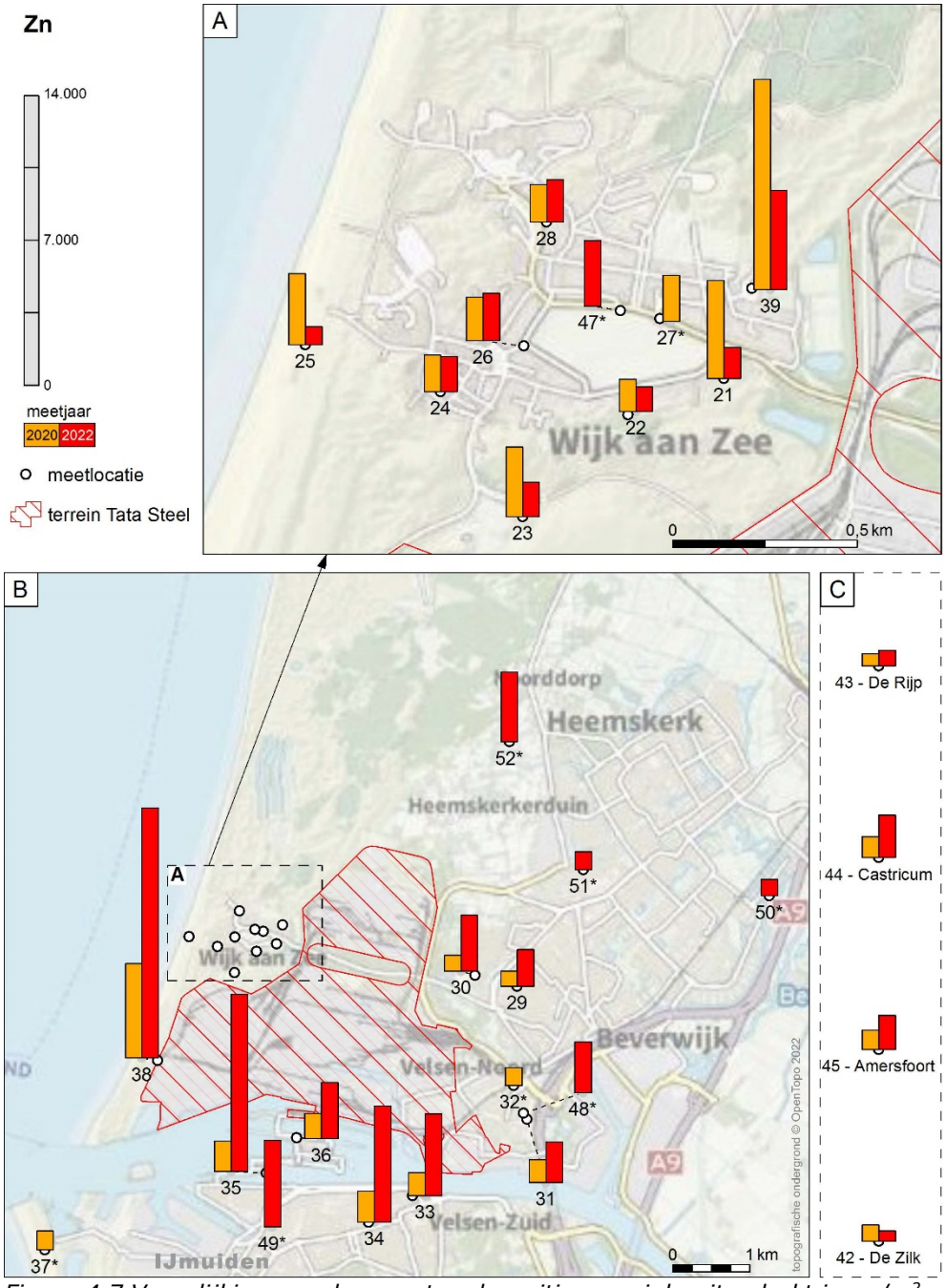
*Figuur 4.4 Vergelijking van de gemeten depositie van chroom, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties. Op locaties met een * is alleen in 2020 of in 2022 gemeten.*



*Figuur 4.5 Vergelijking van de gemeten depositie van aluminium, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties. Op locaties met een * is alleen in 2020 of in 2022 gemeten.*



*Figuur 4.6 Vergelijking van de gemeten depositie van lood, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties. Op locaties met een * is alleen in 2020 of in 2022 gemeten.*



*Figuur 4.7 Vergelijking van de gemeten depositie van zink, uitgedrukt in µg/m², op de meetlocaties in de IJmond en – in het kader rechts – op de vier achtergrondlocaties. Op locaties met een * is alleen in 2020 of in 2022 gemeten.*

Uit de figuren is het volgende op te maken:

- In Wijk aan Zee was de depositie van metalen in het voorjaar van 2022 over het algemeen lager dan in 2020. Voor ijzer en calcium is het verschil groter (namelijk veelal een factor 5 tot 10) dan voor de andere metalen (in de meeste gevallen een factor 1,5 tot 3).
- Op de meetlocatie Reyndersweg werd in 2020 een ongeveer tweemaal hogere ijzerdepositie gevonden, maar voor de meeste andere metalen was de depositie juist tijdens het onderzoek in 2022 hoger. Dit is vooral te verklaren uit de hogere waarden in periode G, waarin de wind relatief vaak uit noordelijke tot noordoostelijke richting waaide.
- Ook in Beverwijk werd in 2020 een hogere ijzerdepositie gemeten, in tegenstelling tot de meeste andere metalen. De depositie van mangaan, chroom, aluminium en diverse andere metalen was 2 tot 3 maal hoger in 2022 en voor lood en zink was het verschil nog groter, namelijk een factor 3 tot 10. De verschillen zijn vooral toe te schrijven aan de hoge depositie in periode D met veel (krachtige) zuidwestenwind.
- Het patroon in Velsen-Noord is vergelijkbaar met dat in Beverwijk, maar de absolute waarden van de depositie aan metalen zijn lager.
- Voor een groot aantal metalen is het beeld in de clusters IJmuiden Oost en IJmuiden sluizen wisselend. Over het geheel genomen zijn op deze locaties de verschillen tussen de waarden in 2020 en 2022 niet zo groot (minder dan een factor 2). Dat geldt niet voor lood en zink, waarvan op alle locaties in deze clusters in 2022 veel hogere (factor 3 tot 10) deposities zijn gevonden. In paragraaf 3.5 hebben we duidelijk gemaakt dat het patroon voor deze metalen (en dat geldt ook voor koper) afwijkt van dat van bijvoorbeeld ijzer, mangaan en chroom. Hier komen we in paragraaf 4.3 op terug.
- In Heemskerk is in 2020 niet gemeten.
- Op de achtergrondlocatie in Castricum zijn in het onderzoek in 2022 voor enkele metalen soms licht tot matig verhoogde deposities gevonden, die vermoedelijk voor het grootste deel zijn toe te schrijven aan andere (lokale) bronnen dan emissies van Tata Steel. Deze 'uitschieters' zijn terug te zien in de verschillen met de waarden in 2020, toen van deze metalen niet of minder verhoogde waarden zijn gemeten.
- Een enigszins vergelijkbare bevinding doet zich voor op de andere achtergrondlocaties, maar voor de meeste metalen zijn de absolute waarden van de depositie laag.

4.3 Samenvatting vergelijking depositie PAK en metalen

Het vergelijken van de gemeten deposities in de onderzoeksperioden in het najaar van 2020 en het voorjaar van 2022 wordt enigszins bemoeilijkt door verschillen in weersomstandigheden. De windroos in Figuur 3.1 laat zien dat tijdens het onderzoek in 2020 wind uit zuidoostelijke tot zuidwestelijke richting (150°-210°) dominant was, terwijl in de meetperioden in 2022 de wind relatief vaker uit zuidwestelijke tot noordelijk richting kwam. Ook de hoeveelheden neerslag en de verdeling daarvan over verschillende dagen waren niet

gelijk. Bij elkaar viel er in de onderzoeksperioden in 2020 circa 165 mm neerslag (Mennen et al, 2021) en in 2022 circa 117 mm.

Vooral vanwege de verschillen in windrichting zou verwacht mogen worden dat tijdens de onderzoeksperiode in het voorjaar van 2022 de locaties in Wijk aan Zee minder zwaarder belast waren met neergedaalde stofdeeltjes die afkomstig zijn van het terrein van Tata Steel dan tijdens de onderzoeksperiode in 2020, terwijl het omgekeerde geldt voor de locaties in Beverwijk en IJmuiden. Dat is inderdaad enigszins terug te zien in de verschillen in gemeten deposities van PAK en de meeste metalen op de meetlocaties in deze clusters in beide onderzoeksperioden, zoals we in de paragrafen 4.1 en 4.2 uiteen hebben gezet. Daarbij merken we op dat de locaties in Wijk aan Zee over het algemeen dichter bij het terrein van Tata Steel liggen, vooral bij het deel van het terrein waar zich de meeste bronnen bevinden. Hierdoor waren voor sommige metalen ook in 2022 de absolute waarden van de depositie in Wijk aan Zee nog altijd hoger dan op de andere locaties, zoals te zien is aan de deposities van mangaan (Figuur 3.8) en chroom (Figuur 3.9).
Van alle locaties waar monsters zijn genomen ligt de meetlocatie Reyndersweg het dichtst bij het terrein en vooral bij het gedeelte van het terrein waar zich open bronnen bevinden, zoals op- en overslagen en mengvelden van kolen, ertsen en andere grondstoffen. De depositie van PAK en ijzer was hier in 2022 aanmerkelijk lager dan in 2020 (net als in Wijk aan Zee), maar voor diverse andere metalen was ze juist hoger. Afgaande op de windroos in Figuur 3.1 kwam de wind in beide onderzoeksperioden op enkele dagen uit het noordoostelijke tot zuidoostelijke richting, ofwel vanaf het terrein van Tata Steel.

Een belangrijke vraag is of, over alle locaties in de IJmond gezien, de hoeveelheden PAK en metalen in neergedaald stof tijdens het onderzoek in het voorjaar van 2022 lager of hoger zijn dan in het najaar van 2020. En, daarmee samenhangend, of de emissies van deze stoffen als gevolg van de bedrijfsactiviteiten van Tata Steel zijn verminderd.
De meetwaarden voor ijzer (Figuur 4.2) laten zien dat voor dit metaal de depositie in het hele IJmondgebied is gedaald vergeleken met het onderzoek in 2020. Dat geldt echter niet voor PAK en de andere metalen. Tegenover een lagere depositie in Wijk aan Zee staat, op enkele uitzonderingen na, een hogere depositie op de locaties in Beverwijk, Velsen-Noord en IJmuiden. Ook op de meetlocatie Reyndersweg is behalve voor PAK en ijzer in het voorjaar van 2022 geen lagere depositie gemeten. De depositie van lood en zink is op de meeste locaties in Beverwijk, Velsen-Noord en IJmuiden en ook bij het meetstation Reyndersweg zelfs aanmerkelijk hoger dan in het najaar van 2020.

Vanwege dit wisselende beeld van gemeten deposities, de verschillen in weersomstandigheden tussen de onderzoeksperiodes in 2020 en 2022, het feit dat emissies sterk kunnen variëren en andere onzekerheden[20] kunnen we geen uitspraak doen over een af- of toename van de emissies van PAK en metalen als gevolg van de bedrijfsactiviteiten van Tata Steel. Alleen voor ijzer zijn de depositie meetwaarden in het hele gebied lager, wat zou kunnen wijzen op een afname van de emissies

[20] Andere onzekerheden zijn bijvoorbeeld de invloed van terrein en neerslag op de verspreiding van (grof) stof

van dit metaal. Uit het overzicht van voorvallen blijkt dat Tata Steel regelmatig ijzeroxide en ijzer (poeder) uitstoot, voornamelijk uit de hoogovenfabrieken en de pelletfabriek. Een mogelijke verklaring voor de lagere depositie meetwaarden van ijzer in het voorjaar van 2022 is dat de emissies van ijzeroxide en ijzer verminderd zouden kunnen zijn ten opzichte van de onderzoeksperiode in 2020. Een deel van het neergedaalde ijzer is echter afkomstig uit emissies van ijzerhoudende stofdeeltjes, waarin ook andere metalen voorkomen zoals magnesium, aluminium, mangaan, vanadium, chroom, calcium en zink (Small et al., 2020; 2021). Deze stofdeeltjes komen vrij bij verschillende processen van de staalfabricage en ook door verwaaiing uit op- en overslag van ertsen en grondstoffen en opwaaiend stof vanaf het bedrijfsterrein. Omdat uit de meetwaarden niet blijkt dat de depositie van deze metalen over het geheel genomen lager of hoger is geworden, kunnen we geen conclusies trekken over een af- of toename van deze emissies. Hetzelfde geldt voor metalen als arseen, barium, cadmium, kobalt en nikkel, die in relatief kleine hoeveelheden kunnen voorkomen in de stofdeeltjes die vrijkomen bij de staalfabricageprocessen.

Ook ten aanzien van de emissies van PAK-houdende stofdeeltjes kunnen we niet concluderen dat deze lager of hoger zijn dan tijdens de onderzoeksperiode in 2020. PAK komen vrij bij de productie van kooks, de op- en overslag van steenkool en door opwaaiend stof vanaf het bedrijfsterrein. Doordat de PAK-houdende deeltjes afkomstig zijn uit andere bronnen op het terrein dan die van metalen, zijn er verschillen in de patronen van de depositiemeetwaarden van enerzijds PAK en anderzijds de meeste metalen op de verschillende locaties.

Lood en zink, en in mindere mate ook koper, laten een afwijkend patroon zien. De hoge deposities op de locaties in de clusters Beverwijk, Velsen-Noord, IJmuiden Oost en IJmuiden sluizen en ook de verschillen met de meetwaarden van het onderzoek in 2020 doen vermoeden dat, naast emissies die afkomstig zijn van het terrein van Tata Steel, ook andere bronnen een bijdrage hebben geleverd. Zoals is toegelicht in paragraaf 3.6 kunnen we op grond van dit depositieonderzoek niet specificeren wat de relatieve, afzonderlijke bijdrage van de verschillende bronnen is.

5 Beschouwing en conclusies

Voor dit depositieonderzoek zijn in de periode 11 mei tot en met 30 juni 2022 veegmonsters genomen van neergedaald stof (depositie) op 22 locaties in het IJmondgebied en vier achtergrondlocaties buiten dat gebied. De veegmonsters zijn geanalyseerd op PAK en metalen. De metingen hadden tot doel te bepalen wat de omvang is van de depositie van PAK en metalen in de IJmond, in het bijzonder in de leefomgeving rondom het terrein van de staalfabrikant Tata Steel en de daarin liggende woongebieden, ten opzichte van het achtergrondniveau.

Het onderzoek is een herhaling van vergelijkbare metingen die het RIVM in het najaar van 2020 heeft gedaan (Mennen et al, 2021). Uit die metingen is geconcludeerd dat in de leefomgeving rondom het terrein van Tata Steel verhoogde tot sterk verhoogde hoeveelheden PAK en metalen voorkomen in het neergedaalde stof (depositie). Dit bevestigde de bevinding uit eerder uitgevoerd onderzoek naar de samenstelling van stof als gevolg van piekuitstoten van grafietregens en 'ad hoc' metingen na meldingen van stofoverlast door omwonenden. De resultaten van deze onderzoeken wezen op een structureel verhoogde depositie aan PAK en een groot aantal metalen, zoals ijzer, mangaan, vanadium, chroom, arseen, aluminium en lood in de IJmond, vooral in Wijk aan Zee.

Ook heeft het RIVM geconcludeerd dat de geschatte blootstelling aan lood en PAK, beide Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS), in het stof voor jonge kinderen dusdanig hoog was dat dit ongewenst is voor de gezondheid. Het nationale milieubeleid is erop gericht om ZZS zo veel mogelijk uit de leefomgeving te weren.

Op grond van een onderzoek naar de herkomst (bronnen) van stoffen in de leefomgeving in het IJmondgebied, waarin ook de resultaten van de depositiemetingen zijn gebruikt, heeft het RIVM geconcludeerd dat een aanmerkelijk deel van het neergedaalde stof afkomstig is van bronnen op het terrein van Tata Steel (Elberse et al., 2021). Van zowel PAK als verschillende metalen die in grote hoeveelheden in het stof zijn aangetroffen is bekend dat deze kunnen vrijkomen bij verschillende processen van de staalfabricage, door verwaaiing uit op- en overslag van ertsen en grondstoffen en door opwaaiend stof vanaf het bedrijfsterrein. Daarnaast zijn er in algemene zin andere bronnen van PAK en metalen die kunnen bijdragen aan de verhoogde depositie in de IJmond. Te denken valt aan energiecentrales, afvalverbranding, verschillende industriële bronnen, houtstook, weg- en treinverkeer, scheepvaart, en ook opwaaiend bodemstof en zogenaamde urban dust': stof van bouwmaterialen, verf, slijtage van materialen, wegen en banden, vuurwerkresten en stof dat vrijkomt als gevolg van 'historische' bodemverontreiniging. Uit de analyses naar de herkomst van PAK en metalen in (grof) stof kon het RIVM niet specificeren wat de relatieve, afzonderlijke bijdrage van deze bronnen is aan de gemeten depositiewaarden in het IJmondgebied.

Om vast te stellen of de maatregelen die het bedrijf heeft aangekondigd om de stofuitstoot te verminderen effect hebben in de leefomgeving heeft het RIVM aanbevolen om gedurende enkele jaren de depositie herhaaldelijk te meten (monitoren).

De metingen die zijn gedaan van 11 mei tot en met 30 juni 2022 vormen de eerste herhaling van het onderzoek uit 2020. Net als in het najaar van 2020 zijn bij deze metingen verhoogde hoeveelheden PAK en metalen gevonden in de veegmonsters (depositie). Onder meer door verschillen in weersomstandigheden, vooral in de windrichting, tussen de twee onderzoeksperioden zijn de gemeten deposities in Wijk aan Zee nu lager dan in het najaar van 2020, maar in Beverwijk juist hoger. In de andere woongebieden is het beeld wisselend, dat wil zeggen, op sommige locaties en van sommige metalen is de depositie in dit onderzoek hoger dan in 2020 en van andere is die lager. De verschillen in meetwaarden tussen beide onderzoeksperioden kunnen ten dele ook het gevolg zijn van variaties in emissies uit de bronnen op het terrein van Tata Steel en andere bronnen in het gebied. Daarnaast kunnen andere factoren bijdragen aan de onzekerheden in gemeten deposities, zoals het effect van terreininvloeden en neerslag op de verspreiding van (grof) stofdeeltjes.

Vanwege dit wisselende beeld en de genoemde onzekerheden kunnen we geen uitspraak doen over een af- of toename van de emissies van PAK en metalen als gevolg van de bedrijfsactiviteiten van Tata Steel sinds de metingen in 2020. Wel is zeker dat er net als in 2020 sprake is van structureel verhoogde depositie aan PAK en een groot aantal metalen in de IJmond. Alleen voor ijzer zijn de depositiemeetwaarden in het hele gebied lager, wat zou kunnen wijzen op een afname van de emissies van ijzeroxide en ijzer (poeder) uit bepaalde bronnen. Voor de meeste andere metalen en ook voor PAK kunnen we niet vaststellen of de emissies hoger of lager zijn dan tijdens het onderzoek in 2020.

De depositiewaarden van lood, zink en koper laten een afwijkend patroon zien. Dit doet vermoeden dat, naast emissies die afkomstig zijn van het terrein van Tata Steel, ook andere bronnen een bijdrage hebben geleverd. Op grond van dit depositieonderzoek is niet te specificeren wat de relatieve, afzonderlijke bijdrage van de verschillende bronnen aan de depositie van PAK en metalen in het IJmondgebied is.

In het najaar van 2022 zal het RIVM opnieuw metingen verrichten van de hoeveelheden PAK en metalen in neergedaald stof, op dezelfde locaties als in het voorjaar. Aanbevolen is om ook daarna enkele jaren de depositie herhaaldelijk te meten, zodat mogelijke trends zichtvaar worden. Dat kan bijdragen aan inzicht in het effect van emissiebeperkende maatregelen die Tata Steel onderneemt op de leefomgeving.
Daarnaast zal het RIVM in het vierde kwartaal van 2022 starten met een onderzoek naar de depositie van PAK en metalen op meerdere achtergrondlocaties verspreid over Nederland, met als doel breder inzicht te krijgen in de variatie aan depositiemeetwaarden op onbelaste locaties.

Dankwoord

Een groot aantal mensen heeft het mogelijk gemaakt dit onderzoek van het RIVM naar de depositie van PAK en metalen in de IJmond uit te voeren.

Op de eerste plaats de bewoners van de IJmond die bereid waren om in hun tuin bakken te laten plaatsen, zodat het RIVM veegmonsters kon nemen. We willen deze mensen bedanken voor deze bereidheid, die essentieel was voor het onderzoek, en voor de gastvrijheid die we ervaren hebben tijdens de vier bezoeken. We bedanken hen ook voor het invullen van de waarnemingenformulieren.

Daarnaast willen we de volgende mensen bedanken voor hun inzet voor dit onderzoek:

- Willem Leijns, Karin Mahieu, Arjan de Jonge, Paul van Ommeren, Niels van Veen, Henri den Hollander, Johan van Hasselt, Erik Steenbergen, Sander de Munck, Bart van de Pol en Gerbrand Schilder van de Milieu Ongevallendienst van het RIVM. Zij zijn op pad gegaan om de bakken te plaatsen, te vervangen, te bemonsteren en op te ruimen.
- Hans Cremers, Liesbeth Dings, Walter Klerx, Naomi Weibolt en Ernesto Baloe van de afdeling Productsamenstelling (PRS) van het centrum Gezondheidsbescherming (GZB) voor het uitvoeren van de analyses op PAK en metalen.
- De collega’s van Centrum Veiligheid voor het opzetten, uitvoeren en kritisch meedenken van het onderzoek en de inhoudelijke review.
- Dave de Jonge van de GGD Amsterdam voor het beschikbaar stellen van een aantal luchtmeetnetstations waar bakken zijn geplaatst voor de bemonstering.
- De Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied voor het beschikbaar stellen van gegevens over meldingen van overlast en van voorvallen bij Tata Steel.

Referenties

Almeida, S.M., Lage J., Fernández B., Garcia S., Reis M.A., Chaves P.C. (2015). Chemical characterization of atmospheric particles and source apportionment in the vicinity of a steelmaking industry. Science of the Total Environment, **521-522**: p. 411-420.

Beddows D.C.S. and Harrison R.M. (2018). Identification of specific sources of airborne particles emitted from within a complex industrial (steelworks) site. Atmospheric Environment, **183**: p. 122-134.

Cetin B., Yatkin S., Bayram A., Odabasi M. (2007) Ambient concentrations and source apportionment of PCBs and trace elements around an industrialized area in Izmir, Turkey. Chemosphere, **69**: 1267-1277.

Ciaparra, D., Aries, E., Booth, M.-J., Anderson, D.R., Almeida, S.M., Harrad, S. (2009). Characterisation of volatile organic compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air of steelworks. Atmospheric Environment, **43**: p. 2070-2079.

EFSA (2008). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. Question N° EFSA-Q-2007-136. Adopted on 9 June 2008. European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy. EFSA Journal 724, 1-114. https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.724

Elberse J.E., Mooibroek D., Teeuwisse S., Mennen M.G., Hoogerbrugge R., (2021) Onderzoek naar de herkomst van neergedaald stof en stoffen in de lucht in de IJmondregio. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM-rapport nr. 2021-0216. https://www.rivm.nl/publicaties/onderzoek-herkomst-van-neergedaald-stof-en-stoffen-in-de-lucht-in-ijmond-regio

Geraets L., Schulpen S. (2019). Inschatting gezondheidsrisico's grafietregen Wijk aan Zee. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Brief d.d. 3 juni 2019. DOi 10.21945/RIVM-rapportage-grafietregen-wijk-aan-zee https://www.rivm.nl/documenten/inschatting-gezondheidsrisicos-grafietregen-wijk-aan-zee

Khaparde, V.V., Bhanarkar A.D., Majumdar D., Rao C.V.C. (2016). Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons in fugitive PM10 emissions from an integrated iron and steel plant. Science of the Total Environment. **562**: p. 155-163.

Koppejan J. en Bree F. de (2018). Kennisdocument houtstook in Nederland. Project PB201704. Procede Biomass BV (i.s.m. Bureau Blauw BV), Enschede. https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/09/Kennisdocument%20houtstook%2020180910definitief.pdf

Liberti, L., Notarnicola M., Primerano R., Zannetti P. (2006). Air pollution from a large steel factory: Polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from coke-oven batteries. Journal of the Air and Waste Management Association. **56**(3): p. 255-260.

Mennen M.G. en Belle N.C.J. van (2007). Emissies van schadelijke stoffen bij branden. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM-rapport nr. 609021051. https://www.rivm.nl/publicaties/emissies-van-schadelijke-stoffen-bij-branden

Mennen M.G., Geraets L., Burg W. ter, Elberse J.E., Putten E.M. van, Boshuis-Hilverdink M.E., Veen N.W. van (2021). Depositieonderzoek IJmond 2020. Monstername, analyse en risicobeoordeling van PAK en metalen in neergedaald stof binnen- en buitenshuis in de IJmondregio. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM-rapport 2021-0110. https://www.rivm.nl/publicaties/depositieonderzoek-ijmond-2020-monstername-analyse-en-risicobeoordeling-van-pak-en

Mennen M.G., Putten E.M. van en Krystek P. (2004) Immissie-, gewas en depositieonderzoek in de omgeving van Van Voorden gieterij te Zaltbommel. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM-rapport nr. 609021027. https://www.rivm.nl/publicaties/immissie-gewas-en-depositieonderzoek-in-omgeving-van-voorden-gieterij-bv-te-zaltbommel

Mooibroek D., Sofowote U.M. and Hopke Ph.K. (2022) Source apportionment of ambient PM_{10} collected at three sites in an urban-industrial area with multi-time resolution factor analyses. Sci. Total Environ. **850**: 157981. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157981

Nijhuis N.J., Strien R.T. van (2015) Fijn stof in de IJmond: Samenstelling en gezondheidskundige relevantie. Rapport in opdracht van Provincie Noord-Holland. GGD Amsterdam.

Pernigotti, D., Belis, C.A., Spanó, L. (2016) SPECIEUROPE: The European data base for PM source profiles. Atmospheric Pollution Research, 7 (2), p. 307-314. DOI: 10.1016/j.apr.2015.10.007 https://source-apportionment.jrc.ec.europa.eu/Specieurope/index.aspx

RIVM (2020) Resultaten ad-hoc depositieonderzoek. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM brief *2020-0037/VLH/HdW/PM*.

RIVM (2021) Houtrook en gezondheid. https://www.rivm.nl/houtrook

Small J.A., Van Hoek C.J.G., Schollbach K., Moosavi-Khoonsari E., Van der Does F.J.L., Melzer S., De Jong T.P.R., De Bie T., Versfeld R.A., De Roo M., Van der Laan S.R. (2020). A method for analysis of nuisance dust from integrated steel works: chemical and mineralogical characteristics of contributing sources. Environ Sci Eur **32**: 135.

Small J.A., Van Hoek C.J.G., Van der Does F.J.L., Seinen A.-B., Melzer S., Tromp P., Van der Laan S.R. (2021). Screening coarse airborne dust for lead-rich phase occurrence during characterization of particle mineralogy, chemistry and provenance: application to deposits in the vicinity of an integrated steelworks. Minerals **11**:929.

Stella A., Piccardo M.T., Pala M., Balducci D., Cipolla M., Ceppi M., Valerio F. (2012). Temporal and spatial variations of polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations around a coke oven plant. Journal of the Air and Waste Management Association, **62**(9): 1003-1011.

Vlaamse Milieumaatschappij (2015) Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in lucht, 2014-2015. Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, België.

Vlaamse Milieumaatschappij (2019) Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in lucht, 2016-2018. Depotnummer D/2019/6871/018. Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, België.

Lijst met afkortingen

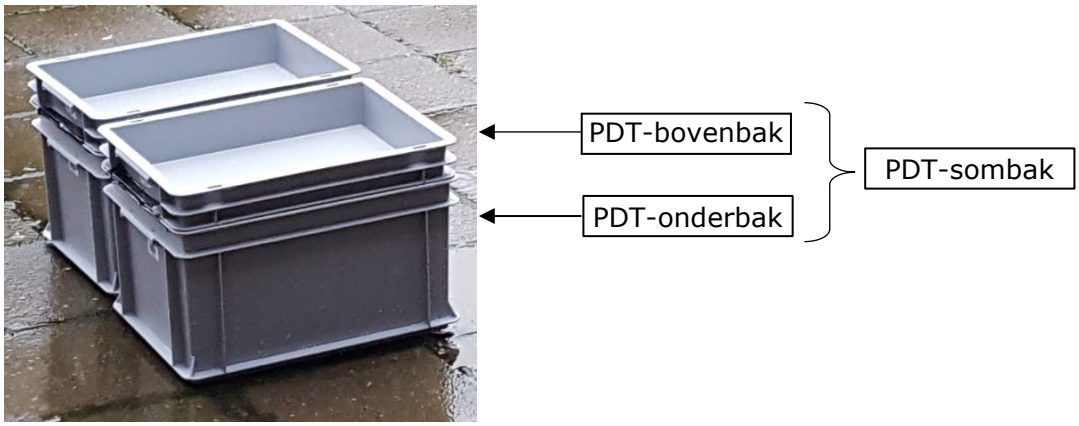
EFSA	European Food Safety Authority
EFSA PAK8	betreft benzo[a]antracene, chrysene, benzo[b]fluoranteen, benzo[k]fluoranteen, benzo[a]pyreen, indeno[1,2,3-cd]pyreen, dibenzo[a,h]anthraceen, benzo[g,h,i]peryleen
GCMS	Gas Chromatography Mass Spectrometry
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
LML	Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit
PAK	polycyclische aromatische koolwaterstof
PDT	Protocol voor de bepaling van Depositie over een zeker Tijdsinterval
ZZS	Zeer Zorgwekkende Stoffen

Bijlage 1 Beschrijving van de methoden voor bemonstering

PDT-sombakmethode

Voor het nemen van de monsters bij dit depositieonderzoek is gebruik gemaakt van de PDT-sombakmethode. Deze methode wordt toegepast bij onderzoek naar stofdepositie in de buitenlucht. PDT staat voor Protocol ter bepaling van Depositie over een zeker Tijdsinterval (PDT). Het tijdsinterval varieert bij dit onderzoek van 16 tot 18 dagen.

Bij de PDT-sombakmethode worden gedurende een zeker tijdsinterval neergedaalde stofdeeltjes (depositie) verzameld met behulp van twee gestapelde, geprepareerde plastic bakken, een onderbak en een bovenbak. De bakken hebben ieder een oppervlak van 40 x 30 cm. De bovenbak heeft een hoogte van 6,5 cm en die van de onderbak bedraagt 22 cm. De bovenbak is in een hoek voorzien van een gaatje (7,5 mm diameter). De gestapelde bakken zijn onder een kleine hellingshoek geplaatst waardoor regenwater vanuit de bovenbak naar de onderbak kan stromen. Gedeponeerd stof dat door een regenbui wegspoelt wordt opgevangen in de onderbak.
Bij dit onderzoek zijn de gestapelde bakken altijd in duplo (dubbel) geplaatst. De veegmonsters van de ene bakcombinatie worden geanalyseerd op PAK en die van de andere bak combinatie op metalen.



Figuur B1.1 PDT-sombakmethode in het veld. Eén bakcombinatie is voor PAK-analyse en de andere bakmethode is voor metalenanalyse. Beide bakken staan onder een kleine hellingshoek waardoor regenwater via een gaatje in de bovenbak wegloopt in de onderbak waar het opgevangen wordt.

Posities van de bakken op de meetlocaties

Idealiter geven de verzamelde monsters een representatief beeld van de hoeveelheid stof die gemiddeld neerdaalt (deponeert) in de buitenruimte. Tegelijkertijd zijn er praktische beperkingen aan de beschikbare meetlocaties. In een aantal gevallen zijn de bakken daarom geplaatst op een positie die een compromis is tussen de hierna genoemde aandachtspunten en praktische haalbaarheid. Bij het plaatsen van de bakken is rekening gehouden met de volgende punten:

- Monsterbakken zijn bij voorkeur op of tot 1 m boven maaiveldniveau geplaatst.

- De monsterlocatie heeft vrij uitzicht over de hemel; tuintafels en dergelijke moeten niet vlak naast of boven de monsterlocatie komen.
- Afstand tot hoge objecten als muren of tuinhuisjes bij voorkeur even groot als de hoogte van deze objecten (bijvoorbeeld horizontaal op 2 m afstand van een schutting van 2 m hoog).
- Er gelden geen bijzondere gebruiksbeperkingen van de tuin tijdens de monsternameperiode.
- Bij ten minste 10% van alle bakken worden veldblanco's gemaakt. De veldblanco's tonen aan dat de bakken schoon waren voor gebruik (zie ook Bijlage 2).

Behandeling van de bakken

De bakken waarin gedeponeerd stof is verzameld, zijn steeds naar het RIVM getransporteerd voor het nemen van veegmonsters. Voorafgaand aan het transport naar het RIVM is het regenwater uit de bak geheveld. PAK en metalen lossen niet of nauwelijks op in regenwater. Dit is bevestigd tijdens metingen met een proefopstelling voorafgaand aan het onderzoek. Het regenwater is daarom niet opgevangen en geanalyseerd. Het regenwater is op voorzichtige wijze overgeheveld, zodat depositie op de bodem van de onderbak niet omhoog woelt en wordt meegezogen door de hevelslang. Daarnaast is de intentie om zo min mogelijk materiaal van een (eventuele) drijflaag weg te hevelen. De bakken zijn enkele dagen op het RIVM gedroogd om regenwater dat niet overgeheveld is te laten verdampen.

Het nemen van veegmonsters

Na drogen zijn de bakken op het RIVM bemonsterd (geveegd). Het vegen van stofdeeltjes uit de bakken is uitgevoerd volgens de interne MOD procedure VLH-H-026-H5.2. Deze procedure beschrijft de manier waarop een veegmonster systematisch met één of meer watjes wordt genomen, zodat bij bemonstering zo veel mogelijk depositiestof wordt opgeveegd.
Hierbij zijn de volgende richtlijnen toegepast:

- Uitsluitend de bodem van elke onder– en bovenbak is bemonsterd. Depositie die 'plakt' aan opstaande randen is niet meegenomen voor analyse.
- De bodem wordt tot in de hoeken van de bak geveegd. Het is daarbij onvermijdelijk dat de opstaande rand van de bak dicht bij de bodem wordt mee geveegd.
- De volledige bodem wordt geveegd met absorberende watjes, die gedrenkt zijn in demiwater. Er wordt minimaal tweemaal geveegd. Wanneer het eerste absorberende watje verkleurt dient na geveegd te worden met een ander watje, net zo lang tot er geen verkleuring meer optreedt.
- Bij 10% van alle geveegde bakken wordt een doorslagblanco genomen. De doorslagblanco wordt gebruikt om aan te tonen dat er geen significante hoeveelheden depositie gemist zijn bij bemonstering (zie Bijlage 2).
- Wanneer zich in de bovenbak blaadjes bevinden, worden deze met demiwater afgespoeld en aan beide zijden eenmaal afgeveegd met een absorberend watje. De blaadjes worden vervolgens niet meer geanalyseerd.

Opslag van monsters

Alle monsters zijn in een koelcel bewaard bij een temperatuur van 4°C totdat deze batch-gewijs voor analyse naar het lab zijn gebracht.

Bijlage 2 Nadere toelichting op de analyseprocedures

De veegmonsters zijn door het laboratorium GZB van het RIVM geanalyseerd op aanwezigheid van metalen en PAK zoals beschreven in paragraaf 2.5. De analyseresultaten zijn gecorrigeerd voor eventuele aanwezige achtergrondhoeveelheden in de chemicaliën die gebruikt zijn voor de laboratoriumprocedure. De resultaten zijn uitgedrukt in massa per veegmonster en vervolgens verwerkt tot een massa per oppervlakte (depositie), zoals beschreven in paragraaf 3.3.
De analyseresultaten zijn niet gecorrigeerd voor de eventuele achtergrondhoeveelheden (blanco's) veroorzaakt door de materialen die gebruikt zijn voor de monstername. Hieronder worden de verschillende blanco's gedefinieerd.

Veldblanco: Een monster verkregen door het vegen van het schone, gereinigde materiaal voordat dit in het veld wordt gezet. Veldblanco's worden genomen om na te gaan of een schone monsterbak of Perspex plaat componenten afgeeft, die de analyse van veegmonsters kunnen beïnvloeden. (Dit resultaat geeft inzicht in de spreiding van de analyseresultaten en wordt daarom niet afgetrokken).

Procedureblanco: Dit is een blanco dat alle bij de analyses gebruikte chemicaliën bevat. De hierin gemeten waarden worden door het laboratorium meegenomen en afgetrokken van de analysewaarden van de veegmonsters.

Doorslagblanco: Een veegmonster dat genomen wordt nadat al het bemonsterde materiaal al is geveegd. Hiermee wordt nagegaan of er (onzichtbare) stofdeeltjes met PAK en metalen achterblijven die niet in het veegmonster zijn meegenomen. (Dit resultaat geeft inzicht in de spreiding van de analyseresultaten en wordt daarom niet afgetrokken).

Materiaalblanco: Een monster van de bevochtigde watjes (materiaal) waarmee de veegmonsters worden genomen. Deze monsters worden genomen om na te gaan of de watjes sporen van PAK of metalen bevatten, die van invloed kunnen zijn op de analyseresultaten. (Dit resultaat geeft inzicht in de spreiding van de analyseresultaten en wordt daarom niet afgetrokken).

Bijlage 3 Waarnemingenformulier

Voorbeeld waarnemingen formulier bemonstering periode xxx

Bij uw woning worden de komende tijd driemaal veegmonsters genomen van neergedaald stof. Het RIVM onderzoekt de samenstelling van het stof. Dit gebeurt door het plaatsen van twee sets bakken in uw tuin. De ene set is voor de analyses van PAK en de andere set is voor de analyses van metalen. We vangen stof en regenwater op. Het regenwater nemen we niet mee in de analyse.
Het verzoek is om de bakken aan de binnenzijde niet aan te raken of te verplaatsen.

We vragen u om gedurende de meetperiode waarnemingen en/of opvallende zaken op onderstaande formulieren in te vullen. Het gaat om waarnemingen van stof en geur, maar u kunt ook andere informatie toevoegen die van invloed kan zijn op de veegmonsters en het stofonderzoek. Specifieke klachten over hinder door stof, stank en geluid kunt u kenbaar maken bij het loket van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied: Melden overlast Noordzeekanaalgebied – Loket OD NZKG.

Mochten er vragen zijn omdat er iets gebeurd is met de bakken of omdat u de bakken wil verplaatsen, dan kunt u terecht bij xxx

Voor vragen over dit onderzoek kunt u terecht bij xxx

Vriendelijk bedankt voor de medewerking!

LOCATIE nr …….

Waarnemingen periode xxx - xxx 2022

Omcirkel in de onderstaande kalenders op welke dagen u iets heeft waargenomen.

Heeft u op één van deze dagen in uw eigen tuin een barbecue aangestoken?

zondag	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
			11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	

Heeft u op één van deze dagen in uw eigen woning en tuin een houtkachel of vuurkorf aangestoken of op een andere manier stof veroorzaakt?

zondag	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
			11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	

Heeft iemand bij u in de buurt houtkachel, vuurkorf of barbecue aangestoken of op een andere manier stof veroorzaakt?

zondag	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
			11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	

Heeft u meer dan u gewend bent bij u woning industrieel stof waargenomen?

zondag	maandag	dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
			11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	

Heeft u stank waargenomen?

zondag	maandag	Dinsdag	woensdag	donderdag	vrijdag	zaterdag
			11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	

Heeft u nog andere opmerkingen over deze periode dan kan dat op de achterzijde van dit blad.

Overige waarnemingen in de periode xxx - xxx:

Bijlage 4 Referentiewaarden depositie aan PAK en metalen

In Tabel B4.1 is een overzicht gegeven van de depositie aan PAK en metalen op niet-belaste locaties in Nederland. Dat zijn locaties waar zich in de nabije omgeving geen belangrijke bronnen van PAK en metalen bevinden zoals industrie, elektriciteitscentrales, installaties voor afvalverbranding, weg- en treinverkeer en scheepvaart.
Deze waarden gebruiken we als referentie om de gemeten deposities op de achtergrondlocaties en de locaties in de IJmond, waar is gemeten ten behoeve van dit onderzoek, mee te vergelijken. Zo kunnen we vaststellen of er sprake is van een significant verhoogde belasting door PAK en metalen ten opzichte van de depositie op niet-belaste locaties.

De referentiewaarden zijn berekend op basis van metingen uit verschillende onderzoeken en literatuurwaarden (Mennen en van Belle, 2007; Mennen et al., 2004; Vlaamse Milieumaatschappij, 2015; 2019). De referentiewaarden vertonen een zekere – voor sommige metalen zelfs aanzienlijke – spreiding, omdat er ook tussen niet-belaste locaties verschillen in depositie bestaan. Dat ligt onder meer aan verschillen in de samenstelling van de bodem (opwaaiend stof) en in de bijdrage van kleinere bronnen of van grotere bronnen op enige afstand (kleinere stofdeeltjes verspreiden zich immers over grotere afstand).

Veel van de onderzoeken waar de referentiewaarden op zijn gebaseerd dateren van voor 2010. Het kan zijn dat – net als concentraties in de lucht – de depositie van sommige componenten sindsdien enigszins is afgenomen. Aan de andere kant blijkt er een goede overeenkomst te zijn tussen deze referentiewaarden en de gemeten waarden op de achtergrondlocaties in dit onderzoek (De Rijp, De Zilk en Amersfoort).

Specifiek voor PAK vermelden we hier ook meetwaarden van deposities die systematisch worden bepaald op achtergrondlocaties in Vlaanderen. De Vlaamse Milieu Maatschappij heeft een meetnet waarin op zes locaties jaarrond depositiemetingen worden verricht, waarbij de depositie steeds gedurende vier weken wordt verzameld[21] en na afloop wordt geanalyseerd op PAK (Vlaamse Milieumaatschappij, 2019). Dit resulteert jaarlijks in dertien monsters van telkens vier weken per locatie. Uit de verschillende maandelijkse monsters en het exact aantal dagen van bemonstering wordt steeds de gemiddelde depositie per dag berekend, uitgedrukt in ng per m^2. Omgerekend naar een periode van 17 dagen (het gemiddelde van de meetperioden in het onderzoek in de IJmond) is de jaargemiddelde depositie op drie meetlocaties in onbelaste gebieden in Vlaanderen 180, 260 en 290 ng/m^{-2} benzo[a]pyreen. De vierweek-gemiddelde depositiewaarden op deze locaties variëren van 80 tot 500 ng/m^{-2}.

[21] In Vlaanderen wordt de depositie van PAK gemeten met een methode op basis van een *Funnel-bottle bulk collector*. Hiermee wordt natte en droge depositie gezamenlijk verzameld. Dit is een andere methode dan door het RIVM wordt gebruikt in het IJmond onderzoek. Met beide methoden wordt de totale depositie aan PAK over een zekere meetperiode bepaald.

Tabel B4.1 Achtergronddeposities op onbelaste locaties van aan stofdeeltjes gebonden PAK en metalen

Component	**Achtergronddepositie**
PAK	(ng/m^2)
Benzo[a]pyreen	50 – 200
Som EFSA PAK8	600 – 2000

Component	**Achtergronddepositie**
Metalen	($\mu g/m^2$)
Aluminium (Al)	1500 – 5000
Arseen (As)	1 – 3
Barium (Ba)	50 – 250
Calcium (Ca)	5000 – 15.000
Cadmium (Cd)	1 – 5
Kobalt (Co)	3 – 10
Chroom (Cu)	10 – 30
Koper (Fe)	20 – 100
IJzer (Fe)	2000 – 12.000
Magnesium (Mg)	1500 – 5000
Mangaan (Mn)	100 – 400
Molybdeen (Mo)	1 – 5
Nikkel (Ni)	5 – 20
Lood (Pb)	50 – 250
Antimoon (Sb)	1 – 5
Silicium (Si)	niet bekend
Strontium (Sr)	50 – 150
Vanadium (V)	5 – 20
Zink (Zn)	200 – 800

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag