

NOTITIE

Onderwerp	Effect windturbines op luchtkwaliteit
Project	Verspreidingsberekeningen van de emissies van GMB Zutphen
Opdrachtgever	Waterschap Rijn en IJssel
Projectcode	114917
Status	definitief
Datum	8 juli 2019
Referentie	-
Auteur(s)	[REDACTED]
Gecontroleerd door	[REDACTED]
Goedgekeurd door	[REDACTED]
Paraaf	[REDACTED]
Bijlage(n)	I Rapportage Erbrink Stacks Consult
Aan	[REDACTED] Waterschap Rijn en IJssel
Kopie	[REDACTED]

1 INLEIDING

Het waterschap Rijn en IJssel is voornemens één windturbine te plaatsen op de voormalige stortplaats Fort de Pol, aan de noordkant van industrieterrein De Mars in Zutphen, nabij de schoorsteen van GMB BioEnergie Zutphen B.V. (hierna GMB). Daarnaast is IJsselwind BV voornemens om twee windturbines te plaatsen ten noorden van het Twentekanaal (en ten noorden van de voorgenomen windturbine van het waterschap). Het plaatsen van de windturbines kan van invloed zijn op het verspreidingsprofiel van de pluim uit de schoorsteen en daarmee op de immissieconcentraties in de omgeving. Door omwonenden zijn op verschillende momenten zorgen geuit over het effect van de windturbines op de emissies van de schoorsteen van GMB en daarmee het effect op de luchtkwaliteit in de omgeving. Om die reden heeft het waterschap opdracht gegeven aan het onderzoeksbureau 'Erbrink Stacks Consult' om met de nieuwe windturbines verspreidingsberekeningen uit te voeren om de effecten op de luchtkwaliteit in beeld te brengen.¹

Om na te gaan welke invloed de windturbines op de verspreiding hebben, is aan 'Erbrink Stacks Consult' gevraagd de verspreiding van een tweetal componenten te onderzoeken (geur en benzeen). De conclusies die hiervoor gevonden worden, gelden ook voor het effect van de windturbines op willekeurig elke andere stof.

In deze notitie zijn de resultaten van het onderzoek van Erbrink Stacks Consult samengevat en beoordeeld.

¹ Effect nieuwe windturbines op emissies GMB Zutphen. Erbrink Stacks Consult. Rapport 2019R005 d.d. 29 mei 2019.

2 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk worden kort de relevante uitgangspunten voor de te onderzoeken emissies besproken, op basis van de activiteiten van GMB.

2.1 GMB algemeen

GMB betreft een inrichting voor de verwerking van niet-gevaarlijke organische rest- en afvalstoffen, met als hoofdactiviteiten slibverwerking door biologisch drogen ('composteren') c.q. nadrogen, eventueel voorafgegaan door ontwatering. Verwerkt worden zuiveringsslib van biologische afvalwaterzuiveringsinstallaties (van huishoudelijk of industrieel afvalwater), en organische rest- en afvalstoffen uit onder meer de voedings-, vlees-, zuivel- en genotmiddelenindustrie, agrosectoren (bosland en tuinbouw), en agroverwerkende industrie.

Via een centrale schoorsteen (hoogte 85 meter) worden de afgassen van de composteringstunnels (proceslucht) en de ruimteventilatie (hallucht) naar de buitenlucht geëmitteerd. De afgassen van de composteringstunnels worden behandeld met gaswassers en biofilters, en leveren de grootste bijdrage aan de geuremissie vanuit de schoorsteen. De hallucht wordt alleen behandeld in de biofilters, voordat deze naar de schoorsteen wordt afgevoerd.

In 2018 is een revisievergunning aangevraagd waarin onder andere een uitbreiding van de ontwateringscapaciteit en een nieuw biofiltersysteem worden aangevraagd, alsmede het verplaatsten van de schoorsteen. De plannen voor vergisting en biogasbehandeling komen te vervallen. Op langere termijn bestaat het voornemen de schoorsteen te verhogen naar 125 meter.

2.2 Emissies GMB

Voor de aanvraag voor de revisievergunning van GMB zijn onderzoeken gedaan naar de emissies en de gevolgen voor de luchtkwaliteit. In onderzoek van TAUW zijn berekeningen uitgevoerd voor de componenten fijn stof (PM10 en PM2.5), NO₂ en benzeen.¹ Door Olfasense B.V. zijn de geuremissies en geurcontouren bepaald.² Uit de rapportages blijkt het volgende.

NO₂

In het algemeen zijn NO_x emissies het gevolg van thermische verbrandingsprocessen. Er vinden bij GMB geen thermische processen plaats en de emissies van NO_x zijn alleen afkomstig van de voertuigen op het terrein en in de hallen (shovels e.d.) en van verkeersbewegingen van en naar de inrichting. De directe NO_x emissies komen vrij via de centrale schoorsteen en op het buitenterrein. De hoogste jaargemiddelde concentratie in de omgeving treedt op ter plekke van de ontsluiting van de inrichting (aan de Oostzeestraat) en bedraagt 15,3 µg/m³, waarvan 1,0 µg/m³ afkomstig is van GMB. Er wordt daarmee ruim aan de grenswaarde van 40 µg/m³ voldaan. Verder weg van de inrichting wordt de bijdrage van GMB snel veel lager en is buiten het bedrijventerrein verwaarloosbaar.

Fijn stof

De emissie van fijn stof is afkomstig van de voertuigen op het terrein en van verkeer, alsmede van opslag van grond buiten op de noordwestelijke punt van het terrein. De door TAUW berekende bijdragen van fijn stof in de omgeving zijn een factor 10 lager dan van NO₂ (maximaal 0,1 µg/m³ bij de ontsluiting) en zijn daarmee verwaarloosbaar (de achtergrondconcentratie³ van PM10 bedraagt circa 18 µg/m³).

¹ GMB BioEnergie Zutphen, revisievergunning luchtkwaliteit. Kenmerk R001-1261585XTK-V03-sya-NL. TAUW. 22 oktober 2018.

² Geuronderzoek bij aanvraag revisievergunning GMB BioEnergie Zutphen BV. GMBS18A3, Olfasense B.V., november 2018.

³ Bron: GCN kaarten RIVM.

Benzeen

Bij het biologisch drogen (composteren) komen ook vluchtige organische stoffen (VOS) vrij, waaronder benzeen. Voor benzeen geldt voor de blootstelling in de omgeving een wettelijke grenswaarde (MTR: maximaal toelaatbaar risiconiveau); deze bedraagt $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde concentratie; de streefwaarde (VR: verwaarloosbaar risiconiveau) bedraagt $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Door TAUW is uitgegaan van de door GMB in de Emissieregistratie van de overheid gerapporteerde benzeen emissie van $15 \text{ kg}/\text{jaar}$ ($1,7 \text{ g}/\text{uur}$). Uit de verspreidingsberekeningen blijkt dat de hoogste jaargemiddelde concentratie benzeen optreedt bij de ontsluiting van de inrichting (Oostzeestraat) en circa $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt. Deze waarde wordt bepaald door de lokale achtergrondconcentratie van benzeen; de bijdrage van GMB aan deze concentratie op deze locatie bedraagt $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook hier geldt dat verder weg van de inrichting de bijdrage van GMB snel veel lager wordt en buiten het bedrijventerrein verwaarloosbaar is. De genoemde grenswaarde voor benzeen van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en streefwaarde van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ worden niet overschreden.

Geur

De vergunde geuremissie van de schoorsteen van de GMB bedraagt $900 * 10^6 \text{ ou}_E/\text{uur}$. Bij deze emissie wordt bij de meest nabije woningen ruim voldaan aan de richtwaarde van $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ als 98-percentielwaarde. Tot op grote afstand van de GMB zijn desalniettemin klachten bekend, wat duidt op vooral invloed van de schoorsteen (en niet van de beperkte lage bronnen). Mogelijk is het rendement van de afgasbehandeling niet altijd hetzelfde, wat bij biologische systemen en fluctuerende emissies soms het geval kan zijn. Van de maatregelen die in het kader van de revisievergunning genomen zullen worden, is aangegeven dat deze ter verbetering van de luchthuishouding en de ontgeuringsinstallaties zijn bedoeld, om met grotere zekerheid te kunnen voldoen aan de genoemde emissiewaarde.

3 INVLOED WINDTURBINES

3.1 Uitgangspunten

Om na te gaan welke invloed de windturbines hebben op het verspreidingsgedrag van de pluim uit de schoorsteen van GMB, is aan 'Erbrink Stacks Consult' gevraagd de verspreiding van geur en benzeen te onderzoeken.¹ Voor geur wordt de immissie (blootstelling) in de omgeving bepaald als percentielwaarden (het percentage van de tijd dat een bepaalde concentratie wordt overschreden), voor benzeen wordt de immissie bepaald als een jaargemiddelde concentratie. Het effect van de windturbines wat aan de hand van deze twee componenten (geur en benzeen) in beeld wordt gebracht, geldt ook voor willekeurige andere stoffen.

Omdat GMB voornemens is de bestaande schoorsteen te verplaatsen binnen haar inrichting en op langere termijn mogelijk de schoorsteen gaat verhogen, zijn de volgende scenario's onderzocht:

- huidige situatie (inclusief de reeds aanwezige 3 windturbines);
- als a, plus de 3 nieuwe windturbines;
- als b, met schoorsteen verplaatst;
- als c, met verhoogde schoorsteen (van 85 naar 125 meter).

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd op woningenlocaties en ook op een groot aantal gridpunten in de omgeving in een gebied van $5 \times 5 \text{ km}$. De locaties zijn te zien in de bijgevoegde rapportage van Erbrink Stacks Consult. Ook staan in de rapportage de locaties van de bestaande en de nieuwe windturbines weergegeven en de kenmerken van de windturbines.

¹ Voor geur wordt uitgegaan van de in hoofdstuk 2 genoemde vergunde emissies. Voor benzeen wordt uitgegaan van een emissie van $3,6 \text{ g}/\text{uur}$, wat een factor 2 hoger is dan de in de Emissieregistratie vermelde emissie.

Verspreidingsberekeningen van luchtverontreiniging worden in Nederland uitgevoerd met het zogeheten 'Nieuw Nationaal Model' (NNM). Het rekenmodel STACKS is een gebruikersversie hiervan.¹ De invloed van windturbines is geen standaard onderdeel van het NNM. De situatie met windturbines in Zutphen is door Erbrink Stacks Consult doorgerekend met behulp van het zogenoemde 'zogmodel'.² Dit zogmodel is een door de overheid goedgekeurde toevoeging aan het NNM in de versie van STACKS.³ Verdere bijzonderheden van dit model staan beschreven in de bijgevoegde rapportage.

3.2 Resultaten

De invloed van de windturbines op de geur- en benzeenconcentraties op de woonlocaties in de omgeving blijkt verwaarloosbaar, dan wel leidt tot verlaging van de concentraties bij de getoetste woningen. Op veel locaties is er geen invloed omdat de pluim bij windrichtingen naar die locaties niet door de windturbine wordt beïnvloed.

Uit de berekeningen blijkt ook dat door verhoging van de schoorsteen van GMB naar 125 meter de concentraties in het algemeen verder afnemen.

4 CONCLUSIE

Op basis van verspreidingsberekeningen met het specifiek voor windturbines ontwikkelde 'zogmodel' blijkt dat concentraties, als gevolg van de emissie uit de schoorsteen van GMB, alleen op zeer korte afstand achter de windturbines toenemen, maar dat er verder weg (en ter plekke van de meest nabije woningen) geen effect is of juist een verlaging van concentraties optreedt ten opzichte van de situatie zonder de drie nieuwe windturbines.

Geconcludeerd wordt dat het voldoende aannemelijk is dat de plaatsing van drie nieuwe windturbines nabij De Mars in Zutphen geen significante invloed op de luchtkwaliteit heeft.

¹ Het NNM (en dus ook STACKS) is uitgebreid getoetst aan metingen en door het ministerie I&W goedgekeurd zoals bedoeld in de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit. Zie: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/luchtkwaliteit/documenten/regelingen/2011/07/04/overzicht-goedgekeurde-rekenmethoden>

² Dit zogmodel is eerder gebruikt bij o.a. Windturbinepark Energiecentrale Fibroned in Apeldoorn (KEMA, 2008), de REC Harlingen (KEMA, 2010), de windparken bij Tata Steel in IJmuiden (Rapport ErbrinkStacksR2016001) en MER Windturbinepark Elzenburg - de Geer te Oss (ErbrinkStacks Consult Rapport 2017R002).

³ Directoraat- Generaal Milieubeheer. Directie Klimaat & Luchtkwaliteit. Luchtkwaliteit. DGM/K&L2009044702 Goedkeuring rekenmodel Stack+ voor windturbines. 1 juli 2009.



BIJLAGE: RAPPORT ERBRINK STACKS CONSULT



Effect nieuwe windturbines op emissies GMB Zutphen

Rapport 2019R005

29 mei 2019

ErbrinkStacks Consult

Graaf van Rechterenweg 15
6961BN Oosterbeek

M. 06 5131 3650

info@erbrinkstacks.nl
www.erbrinkstacks.nl

Inhoud

Inhoud	2
Samenvatting	3
1. Uitgangspunten	4
1.1 Wind turbine data	4
1.2 Emissie data GMB	5
1.3 Terreinruwheid	7
1.4 Rekenpunten	7
2. Vraagstelling	8
3. Modelberekeningen	9
Het effect van een windturbine	9
4. Resultaten	10
6.1 Geur	10
6.2 Benzeen	12
6.3 Discussie	14
5. Conclusies	15
6. Referenties	15
Bijlage A. Thrustcoëfficiënten	16
Bijlage B. Geurconcentraties (98p) voor 4 scenario's	17
Bijlage C. Benzeenconcentraties voor 4 scenario's	22

Samenvatting

In deze studie is uitgezocht wat het effect kan zijn van de plaatsing van 3 nieuwe windturbines nabij het industrieterrein de Mars in Zutphen. Op dit bedrijventerrein is GMB BioEnergie gevestigd. Dit bedrijf verwerkt communaal en bedrijfslib. Dit gebeurt zonder thermische processen; de vrijkomende lucht met geurstoffen wordt via een hoge schoorsteen afgevoerd. Het gaat in deze studie om de verandering van het verspreidingsgedrag van de lucht uit de schoorsteen door het versturende effect van de bestaande en de nieuwe windturbines. Behalve geur is ook het effect op benzeen emissies (waar het jaargemiddelde relevant is) onderzocht.

GMB is voornemens de bestaande schoorsteen te verplaatsen binnen haar inrichting. Vervolgens bestaat het plan de schoorsteen mogelijk te verhogen. Het gaat derhalve om de volgende scenario's:

- a. huidige situatie (inclusief de reeds aanwezige 3 molens);
- b. als a, plus de 3 nieuwe molens;
- c. als b, met schoorsteen verplaatst;
- d. als c, met verhoogde schoorsteen (van 85 naar 125 meter).

Het gedrag van de windturbines (en dan vooral het zog achter de turbine) is in het model opgenomen en wordt voor elk uur in een lange reeks van weerssituaties (10 jaar) doorgerekend. Het al of niet (ten dele) opgenomen worden van de pluim van de GMB in het zog maakt dat de verspreiding anders verloopt. Dat kan een positief of negatief effect hebben op de verspreiding.

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd op bewoner locaties en ook op een groot aantal gridpunten in de omgeving in een gebied van 5 x 5 km. De resultaten van de berekeningen zijn in tabellen (voor de bewonerlocaties) en in contourplots (plaatjes met lijnen van gelijke concentraties in een groot gebied) weergegeven.

Door plaatsing van 3 nieuwe windturbines van 125 m hoog (ashoogte) kan de verspreiding van rookpluimen beïnvloed worden. Uit de berekeningen met het zogmodel blijkt dat de geur- en benzeenconcentraties afnemen door de plaatsing van de windturbines. Dat komt doordat de windturbines aanzienlijk hoger zijn dan de bestaande schoorsteen. Hierdoor worden de afgassen sterker naar boven verdund en zijn de grondconcentraties lager. De geurconcentraties komen op de omwonerpunten nergens boven de richtwaarde van $0,5 \text{ ouE/m}^3$ als 98-percentiel uit.

De bijdragen van de GMB emissies aan benzeenconcentraties zijn op alle locaties en scenario's verwaarloosbaar klein: de achtergrondconcentraties (verkregen uit de GCN waarden van RIVM) zijn een factor 10000 hoger (maar overschrijden ook dan de grenswaarde van $5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ niet)

1. Uitgangspunten

1.1 Wind turbine data

Het Waterschap Rijn en IJssel onderzoekt de mogelijkheid om drie windturbines te plaatsen op en nabij het bedrijventerrein de Mars in Zutphen (zie figuur 1). Het gaat dan om 1 windturbine door het waterschap en 2 windturbines door IJsselwind BV te plaatsen. De vraag is wat het effect van deze windturbines op de verspreiding van de emissies van de GMB zal zijn. Nabij de installaties van GMB BioEnergie staan al drie windturbines met een hoogte van 85 m:

- Type Enercon E70.
- Ashoogte: 84 meter
- Rotordiameter 71 m
- Vermogen 2 MW
- Aanspreeksnelheid 2,5 m/s
- Cut out windsnelheid 25 m/s
- Thrust coëfficiënten: volgens tabel (Bijlage A)

De nieuw te plaatsen windturbines zijn van een ander type en fabricaat, het gaat hierbij om referentie windturbines (het is nog niet zeker dat de te plaatsen windturbines van het type GE2.75-120 wordt):

- Referentie windturbine: Type GE2.75-120
- Ashoogte: 125 meter
- Rotordiameter 120 m
- Vermogen 2.75 MW
- Aanspreeksnelheid 3 m/s
- Cut out windsnelheid 25 m/s
- Thrust coëfficiënten: volgens tabel (Bijlage A)

Thrustcoëfficiënten bepalen welk deel van de windkracht wordt omgezet in de stuwkracht voor de generator (voor de elektriciteitsproductie) en zijn afhankelijk van het ontwerp van de windturbine. Naarmate de windsnelheid toeneemt wordt er een kleiner deel van de kracht die de wind uitoefent, omgezet in elektriciteit.

Onderstaand zijn de locaties van de nieuwe windturbines aangegeven.



Figuur 1 Locatie van de beoogde windturbines (paarse punten), conform het bestemmingsplan.

1.2 Ontwikkelingen en te onderzoeken scenario's

De vraagstellingen betreffen het effect van verplaatsen en eventueel verhogen van de schoorsteen van GMB. Uitgangspunt is dat de realisatie van de drie nieuwe windturbines eerder plaatsvindt dan de verplaatsing van de schoorsteen. Dat maakt dat de volgorde van de vier scenario's is zoals hieronder aangegeven:

- a. huidige situatie (inclusief de reeds aanwezige 3 molens);
- b. als a, plus de 3 nieuwe molens;
- c. als b, met schoorsteen verplaatst;
- d. als c, met verhoogde schoorsteen (van 85 naar 125 meter).

1.3 Emissie data GMB

De gegevens van de emissies van GMB BioEnergie staan in tabel 1.

Tabel 1 emissiegegevens GMB

	Schoorsteen		Buitenopslag afgedekt biogranulaat	Vullen/afgraven opslag
	nieuw	bestaand	oppervlaktebron	Puntbron
x coördinaat (m)	210222	210315	210130	210130
y coördinaat (m)	464025	464002	464085	464085
Hoogte (m)	125	85	5	5
emissie geur ouE/uur	900 * 10 ⁶		4.8	5.4
emissie benzeen kg/uur	0.00360		--	--
volume debiet (Nm ³ /s)	49		--	--
temperatuur (K)	296		--	--
bedrijfsuren/jaar	8760		8592	80

Voor de geurverspreiding worden ook de emissies van lage bronnen (de buitenopslag afgedekt biogranulaat) beschouwd. De geuremissies en benzeen emissies zijn overgenomen uit de vergunningaanvraag van GMB BioEnergie.

De oppervlaktebron heeft de afmetingen van ongeveer 60 x 45 m.

De emissie van de schoorsteen van GMB wordt doorerekend, met de bestaande windturbines en daarna met de 3 nieuwe windturbines bij geplaatst. De verschillen in de concentraties in de omgeving kunnen zo goed in beeld worden gebracht. Het effect van de windturbines op de verspreiding van schoorsteenpluimen hangt af van de hoogte van de schoorsteen én van de pluimstijging die er voor zorgt dat de rookpluim hoger in de atmosfeer komt dan alleen de schoorsteentop. Deze pluimstijging wordt bepaald door (naast uiteraard de windsnelheid en eventueel de uittreesnelheid van de afgassen) de warmte emissie: hoe groter de warmte emissie (uitgedrukt in MW) hoe hoger de rookpluim stijgt. Voor de warmte emissie is uitgegaan van een gemiddelde uittrede temperatuur van 23 C (296 K). Dat maakt dat de warmte emissie ongeveer 0.85 MW bedraagt.

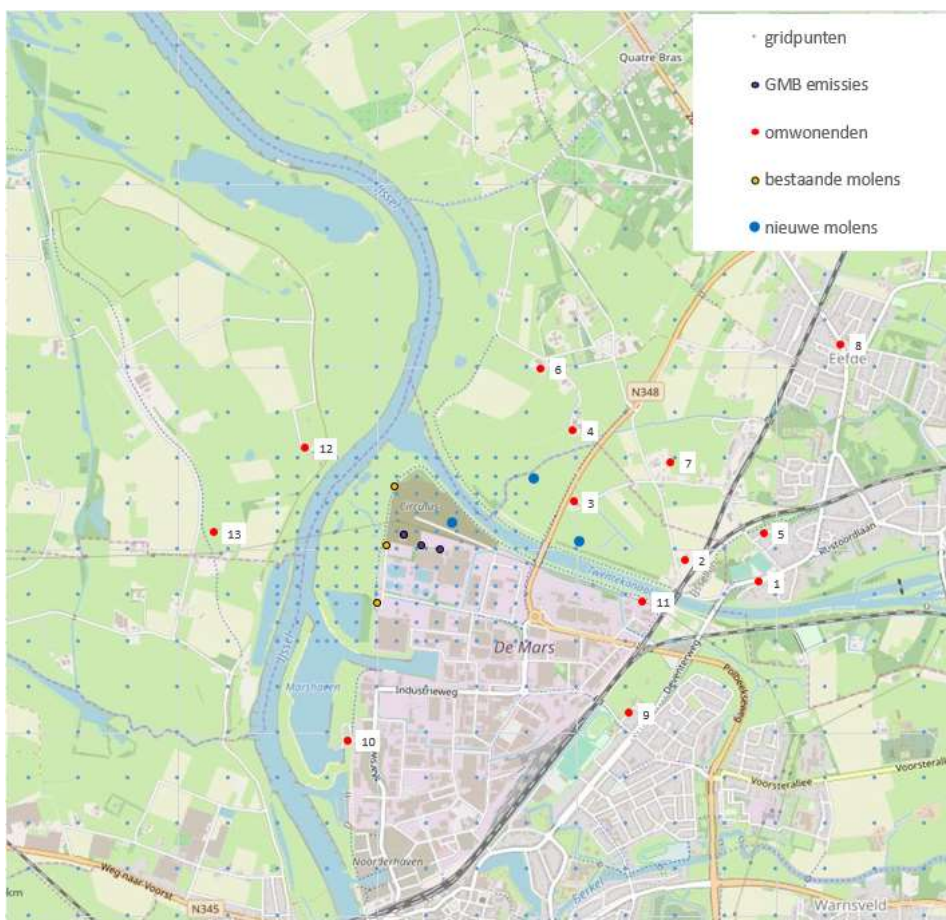
Voor de geurconcentraties zijn percentielwaarden van belang. Voor een continue emissie (zoals de schoorsteen van de GMB) is het 98-percentiel maatgevend. In Gelderland geldt een grenswaarde van 1.5 ouE/m³ en een richtwaarde van 0.5 ouE/m³ voor normaal hinderlijke geuren. De benzeen emissie is doorerekend; hiervoor is het jaargemiddelde relevant. Benzeen kent naast de concentraties op leefniveau ten gevolge van de schoorsteen-emissie ook een achtergrond concentratie. Deze worden afgeleid door de PreSRM uit de grootschalige Concentraties in Nederland (de GCN), deze is voor het jaar 2019 (als prognose uit de GCN) in de berekeningen opgenomen.

1.4 Terreinruwheid

Voor de verspreidingsberekeningen is een terreinruwheid nodig. Deze wordt bepaald voor het gebied waarvoor de verspreidingsberekeningen worden uitgevoerd. Voor het gebied direct rond de schoorsteen is de ruwheid tamelijk hoog door de aanwezige bedrijven, maar het gebied erom wordt gekenmerkt door een open karakter. Voor het rekengebied wordt daarom niet afgeweken van het voorschrift, en wordt de ruwheid afgeleid uit de PreSRM; daaruit volgt waarde van 0,3 m. Dit is dezelfde waarde als die ook in het geuronderzoek is gebruikt (Olfasense, 2018).

1.5 Rekenpunten

De berekeningen worden uitgevoerd voor concrete receptorpunten/rekenpunten. In deze studie is gerekend met 2 sets: een selectie van nabije woningen (15 stuks) en een gebied van 7,5 x 7,5 km rond de GMB om het verloop van de concentraties goed zichtbaar te maken (stapgrootte 100 m in de nabijheid van de GMB en 250 m op afstanden van meer dan een km). In figuur 2 zijn deze punten weergegeven. De omwonenden punten zijn in tabel 2 gegeven.



Figuur 2. Locaties van de locaties van GMB, windturbines, gridpunten en omwonerpunten. (Drie GMB bronnen: huidige en voorgenomen locatie schoorsteen + diffuse bron)

Tabel 2. Bewonerpunten (zie ook figuur 2).

no	x-coord	y-coord
1	211918	463824
2	211542	463944
3	210985	464263
4	210982	464653
5	211939	464093
6	210820	464991
7	211474	464480
8	212328	465122
9	211262	463106
10	209849	462959
11	211330	463717
12	209637	464557
13	209176	464094

2. Vraagstelling

De vraagstelling is vierledig:

1. Welke invloed hebben de bestaande 3 windturbines op de verspreiding?
2. Welke invloed hebben de bestaande plus 3 nieuwe windturbines op de verspreiding?
3. Welke invloed heeft dan het verplaatsen van de schoorsteen?
4. Welk effect heeft daarna het verhogen van de schoorsteen (nieuwe locatie) op de grondconcentraties in de omgeving.

3. Modelberekeningen

Het effect van een windturbine

In het STACKS rekenmodel dat voor de invloed van windturbines wordt gebruikt, zijn alle effecten van een windturbine in alle weersomstandigheden zo goed mogelijk beschreven. Het STACKS rekenmodel is een uitbreiding van het standaard (nationaal) rekenmodel NNM voor verspreiding van luchtverontreiniging op lokale schaal, dat in Nederland gangbaar is en is voorgeschreven door de overheid bij vergunningverlening en bestemmingsplannen. De uitbreiding bestaat uit een gedetailleerde beschrijving van wat een windturbine op de verspreiding doet. Met dit model zijn alle uren in een lange periode van 10 jaar (1995-2004) doorgerekend. Een (meer) gedetailleerde beschrijving van het rekenmodel is te vinden in referentie Erbrink (2016, bijlage B), Erbrink en Verhees (2014) en DNVGL (2017).

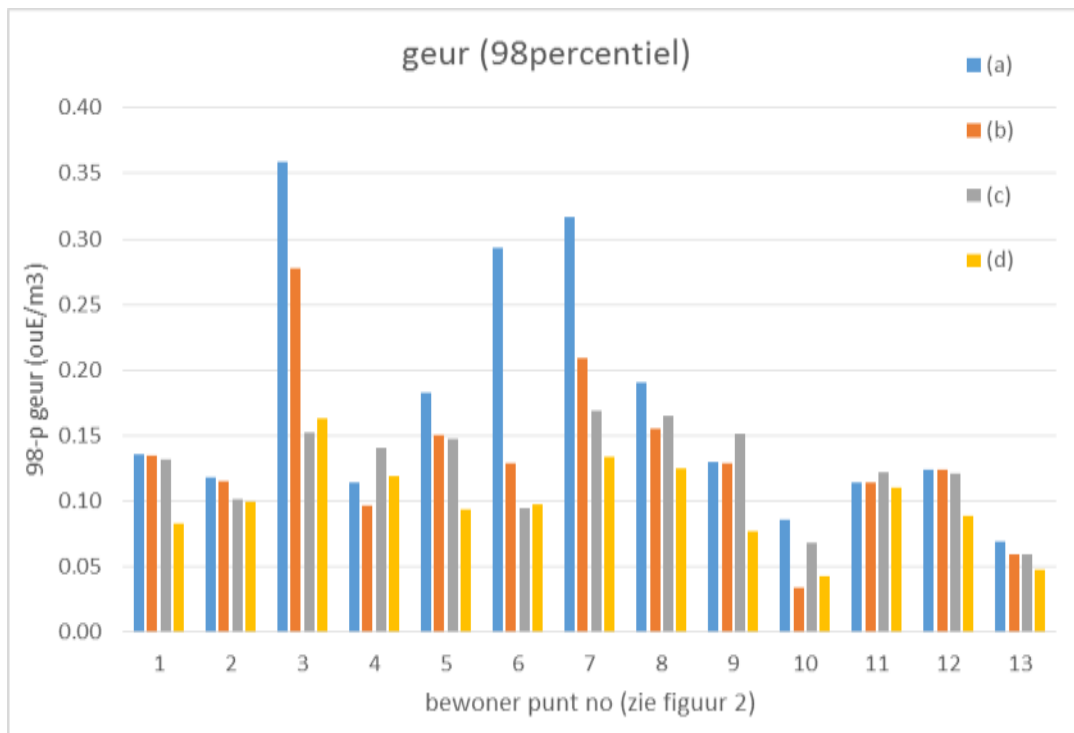
De essentie bestaat eruit dat een windturbine een pluim uit een schoorsteen beter verspreidt. Dat komt doordat in het zog achter de windmolen meer turbulentie heerst dan buiten het zog. Een windturbine is geen ventilator die wind genereert, maar een molen die de windsnelheid juist vermindert en de turbulentie plaatselijk verhoogt. Concentraties worden dus sterker verdund, zowel in horizontale als verticale richting. Dat betekent dat de pluim niet alleen verdund wordt maar ook eerder naar de grond gemengd wordt als de pluim hoger zit dan het midden van het windturbinezog. En dat de pluim juist meer omhoog gemengd wordt als pluim lager zit dan het midden van het windturbinezog. Op relatief korte afstanden achter de windturbine (binnen een km) kunnen de concentraties daardoor hoger worden (eerste geval) of lager worden (tweede geval). Dit hangt dan samen met hoe vaak de betreffende windrichting voorkomt en de hoeveelheid turbulentie die al in de lucht is. Bij hoge terreinruwheid is dat meer en zal het windturbine effect daardoor minder merkbaar zijn. En natuurlijk: hoe groter de rotordiameter hoe sterker het effect.

In het rekenmodel zijn al deze aspecten in detail uitgewerkt en het gecombineerde effect resulteert in de berekende concentraties. De berekeningen worden voor elke molen - pluim combinatie en voor elk uur in een periode van 10 jaar gedaan. Met alle mogelijke weerssituaties wordt op deze manier rekening gehouden om een zo goed mogelijke bepaling van concentraties (gemiddelden en verdelingen) te kunnen maken.

4. Resultaten

6.1 Geur

Voor de geurconcentraties zijn de 98-percentielwaarden op de omwonerpunten in tabel 3 gegeven. De contouren (van gelijke 98-p waarden) zijn in bijlage B gegeven. In tabel 3 is eerst aangegeven wat de berekende waarden zijn in ouE/m^3 en daaronder wat de verandering is ten opzichte van het aangegeven scenario. In figuur 3 zijn de berekende waarden in een staafdiagram getoond.



Figuur 3. 98 percentielwaarden voor geur op de bewonerpunten, 4 scenario's.

Tabel 3. Geurconcentraties als 98-percentiel op de omwoners punten. Boven: als ouE/m³; onder als verandering (in %) ten opzichte van het voorgaande scenario.

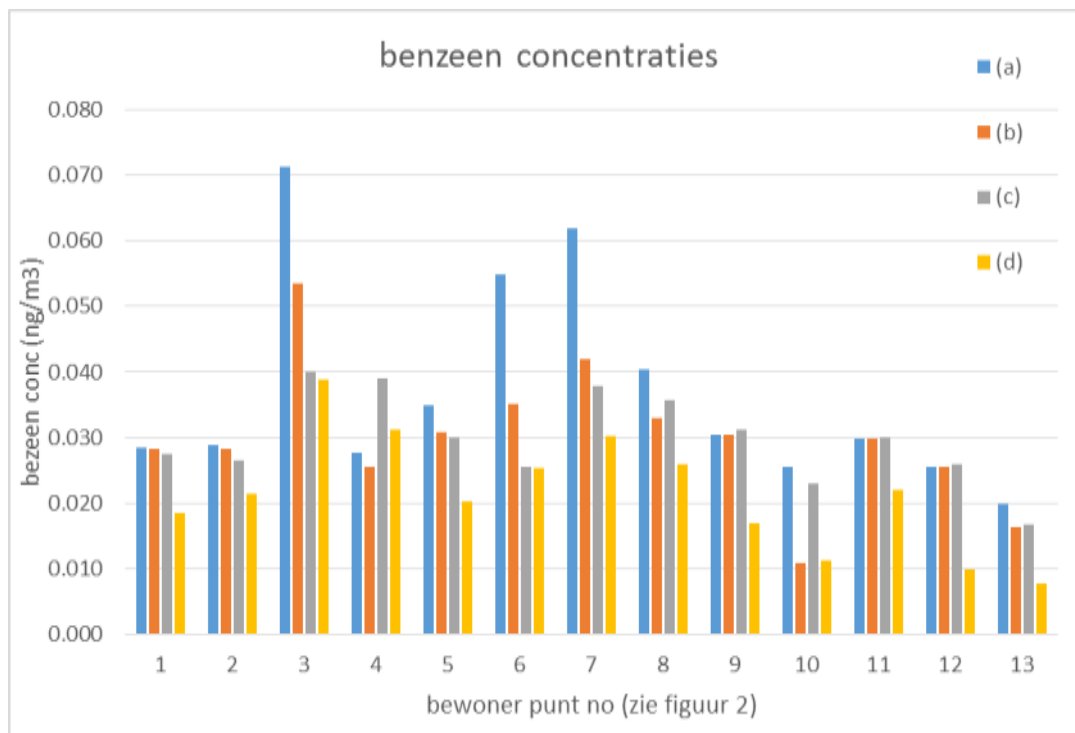
98 percentiel waarden			geen wind turbines			scenario			
x	y		85m oud	85 nw	125 nw	a	b	c	d
1	211918	463824	0.21	0.19	0.11	0.14	0.13	0.13	0.08
2	211542	463944	0.28	0.26	0.13	0.12	0.12	0.10	0.10
3	210985	464263	0.36	0.37	0.12	0.36	0.28	0.15	0.16
4	210982	464653	0.35	0.36	0.13	0.11	0.10	0.14	0.12
5	211939	464093	0.23	0.22	0.13	0.18	0.15	0.15	0.09
6	210820	464991	0.29	0.30	0.13	0.29	0.13	0.10	0.10
7	211474	464480	0.32	0.29	0.15	0.32	0.21	0.17	0.13
8	212328	465122	0.19	0.18	0.12	0.19	0.16	0.16	0.13
9	211262	463106	0.15	0.15	0.08	0.13	0.13	0.15	0.08
10	209849	462959	0.09	0.09	0.05	0.09	0.03	0.07	0.04
11	211330	463717	0.27	0.25	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11
12	209637	464557	0.12	0.12	0.09	0.12	0.12	0.12	0.09
13	209176	464094	0.07	0.07	0.05	0.07	0.06	0.06	0.05
gemiddeld			0.22	0.22	0.11	0.17	0.13	0.13	0.10

effect	veranderingen		geen wind turbines			a tov	scenario		
	x	y	85m oud	85 nw	125 nw	geen WT	b tov a	c tov b	d tov c
1	211918	463824	nvt	-6%	-41%	-34%	-1%	-2%	-38%
2	211542	463944	nvt	-7%	-48%	-58%	-2%	-12%	-2%
3	210985	464263	nvt	2%	-68%	-1%	-23%	-45%	7%
4	210982	464653	nvt	5%	-64%	-67%	-16%	46%	-16%
5	211939	464093	nvt	-5%	-40%	-20%	-18%	-2%	-36%
6	210820	464991	nvt	3%	-58%	0%	-56%	-26%	3%
7	211474	464480	nvt	-8%	-47%	0%	-34%	-19%	-21%
8	212328	465122	nvt	-4%	-34%	0%	-18%	6%	-24%
9	211262	463106	nvt	-2%	-49%	-16%	0%	17%	-49%
10	209849	462959	nvt	0%	-44%	0%	-60%	99%	-37%
11	211330	463717	nvt	-5%	-53%	-57%	0%	7%	-10%
12	209637	464557	nvt	-2%	-27%	-1%	0%	-2%	-27%
13	209176	464094	nvt	2%	-25%	0%	-14%	0%	-20%

6.2 Benzeen

De benzeenconcentraties zijn op twee manieren berekend: eerst zonder achtergrondconcentraties – dat geeft de bronbijdragen te zien; en daarna met de achtergrondconcentraties (GCN waarden) erbij. Uit deze berekeningen blijkt dat de bijdragen van de schoorsteen van GMB zo klein zijn dat deze niet zichtbaar zijn in de contourplot (zie bijlage C): de bijdragen door de schoorsteenemissie van GMB variëren van 0,000008 tot 0.00007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, terwijl de achtergrond varieert van 0.5 tot 0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, een factor 10000 lager dus. Dat maakt dat de bijdragen van de GMB emissies voor benzeen op alle locaties verwaarloosbaar klein is.

De jaargemiddelde concentraties zijn voor de omwonerpunten in tabel 4 gegeven. De contouren in bijlage C. In tabel 4 is eerst aangegeven wat de berekende waarden zijn in ouE/m^3 en daaronder wat de verandering is ten opzichte van het aangegeven scenario. In figuur 4 zijn de berekende waarden in een staafdiagram getoond.



Figuur 4. Jaargemiddelde benzeenconcentraties op de bewonerpunten, 4 scenario's.

Tabel 4. Jaargemiddelde benzeenconcentraties op de omwoners punten. Boven: als ng/m³; onder als verandering (in %) ten opzichte van het voorgaande scenario.

jaargemiddelden (ng/m ³ !)		geen WT			scenario				
x	y	85m oud	85 nw	125 nw	a	b	c	d	
1	211918	463824	0.039	0.037	0.021	0.028	0.028	0.028	0.018
2	211542	463944	0.051	0.048	0.025	0.029	0.028	0.027	0.021
3	210985	464263	0.075	0.071	0.025	0.071	0.054	0.040	0.039
4	210982	464653	0.068	0.073	0.028	0.028	0.026	0.039	0.031
5	211939	464093	0.043	0.041	0.023	0.035	0.031	0.030	0.020
6	210820	464991	0.056	0.057	0.023	0.055	0.035	0.026	0.025
7	211474	464480	0.063	0.058	0.029	0.062	0.042	0.038	0.030
8	212328	465122	0.041	0.039	0.023	0.040	0.033	0.036	0.026
9	211262	463106	0.033	0.031	0.017	0.030	0.030	0.031	0.017
10	209849	462959	0.026	0.025	0.012	0.026	0.011	0.023	0.011
11	211330	463717	0.049	0.046	0.023	0.030	0.030	0.030	0.022
12	209637	464557	0.026	0.026	0.010	0.025	0.025	0.026	0.010
13	209176	464094	0.020	0.021	0.010	0.020	0.016	0.017	0.008
gemiddeld			0.045	0.044	0.021	0.037	0.030	0.030	0.021

effect	veranderingen		geen WT			a tov geen WT	scenario b tov		
	x	y	85m oud	85 nw	125 nw	a	c tov b	d tov c	
1	211918	463824	nvt	-6%	-42%	-27%	0%	-3%	-33%
2	211542	463944	nvt	-6%	-48%	-43%	-2%	-6%	-19%
3	210985	464263	nvt	-5%	-64%	-5%	-25%	-25%	-3%
4	210982	464653	nvt	8%	-61%	-59%	-8%	53%	-20%
5	211939	464093	nvt	-5%	-43%	-20%	-12%	-3%	-33%
6	210820	464991	nvt	1%	-59%	-2%	-36%	-27%	-1%
7	211474	464480	nvt	-8%	-50%	-2%	-32%	-10%	-20%
8	212328	465122	nvt	-5%	-41%	-2%	-18%	8%	-27%
9	211262	463106	nvt	-4%	-46%	-7%	0%	3%	-46%
10	209849	462959	nvt	-3%	-51%	0%	-58%	113%	-51%
11	211330	463717	nvt	-5%	-51%	-39%	0%	0%	-27%
12	209637	464557	nvt	1%	-62%	-1%	0%	2%	-62%
13	209176	464094	nvt	6%	-54%	1%	-17%	2%	-54%

6.3 Discussie

Eerst drie algemene opmerkingen:

1. Windturbines hebben geen werking als ventilator hebben, maar juist het omgekeerde doen: de windsnelheid wordt juist verminderd en van een opwervend effect (van stof op de grond) kan geen sprake zijn. Wel is er achter de windturbine in het zog sprake van meer turbulentie, dus betere menging.
2. De geuruitstoot wordt als 98-percentiel gegeven. Dat wil zeggen dat in 2% van de tijd de geur waarneembaar zal kunnen zijn. Het is dus niet zo, dat een geurnorm maakt dat de geur nooit merkbaar zal zijn.
3. Het zogmodel in STACKS houdt er rekening mee dat er vanaf de tips van de wieken extra turbulentie ontstaat. Deze turbulentie ontstaat doordat er een relatief groot verschil in windsnelheid kan zijn tussen wind in en wind buiten het zog. Daardoor ontstaat er wrijving. Deze wrijving van de lucht veroorzaakt turbulentie. Deze turbulentie beweegt zich zowel naar buiten als naar binnen toe. De beweging naar buiten toe (vanaf de tips van de rotor) zorgt ervoor dat het zog snel breder kan worden; zulks afhankelijk van hoeveel omgevingsturbulentie er in de lucht al is door het ruwe terrein en eventueel thermiek. Hier worden pluimdelen dus hier naar buiten verplaatst: aan de onderkant naar beneden, aan de bovenkant naar boven etc. De beweging naar binnen toe maakt dat de turbulentie/menging naar binnen toe groeit. Na een paar rotordiameters is het zog dan geheel gemengd. Dit vindt plaats op alle cirkel-punten van de draaiende wieken. Hoe belangrijk en hoe snel dit allemaal gaat, hangt af van het ontwerp van de wieken (via de thrustcoëfficiënten), de windsnelheid en de omgevingsturbulentie. Deze bewegingen maken dus dat de pluim beter gemengd wordt dan zonder de windturbine. Of de pluim als geheel meer neerwaarts of opwaarts wordt verplaatst hangt af van de verhouding pluimas-hoogte en windturbine-ashoogte. In STACKS wordt dit alles kwantitatief uitgewerkt.

Uit tabel 2 kunnen we opmerken dat de geurconcentraties – als er helemaal geen windturbines zouden staan - door verplaatsing van de schoorsteen nauwelijks beïnvloed zouden worden: soms iets hoger soms iets lager, gemiddeld dezelfde concentratie. Datzelfde is te zien in tabel 3 voor de benzeenconcentraties. Verhoging van de schoorsteen naar 125 m verlaagt de concentraties gemiddeld met een factor 2.

Het effect van de *bestaande* windturbines is vrijwel steeds nihil of juist een verlaging van de concentraties, zowel voor geur als voor benzeen. Het effect van de *3 nieuwe* windturbines is steeds een verlaging van de concentraties. Dat komt doordat de windturbines aanzienlijk hoger zijn dan de schoorsteen. Hierdoor worden de afgassen sterker naar boven verdund en zijn de

grondconcentraties lager. Wordt de schoorsteen daarna verplaatst dan is het effect gemiddeld nihil, maar van plaats tot plaats is een verhoging of verlaging zichtbaar. Wordt de schoorsteen dan verhoogd tot 125 m (even hoog als de windturbines), dan treedt een verdere afname van de concentraties op. Dat is voor de jaargemiddelde waarden op alle plaatsen het geval met uitzondering op een incidentele plek voor de 98-percentielwaarden. De geurconcentraties komen op de omwonerpunten nergens boven de richtwaarde van 0,5 ouE/m³ uit.

5. Conclusies

Door plaatsing van 3 nieuwe windturbines van 125 m hoog (ashoogte) kan de verspreiding van rookpluimen beïnvloed worden. De geur- en benzeenconcentraties nemen af door de plaatsing van de windturbines. Dat komt doordat de windturbines aanzienlijk hoger zijn dan de schoorsteen. Hierdoor worden de afgassen sterker naar boven verdund en zijn de grondconcentraties lager. De geurconcentraties komen op de omwonerpunten nergens boven de richtwaarde van 0,5 ouE/m³ uit. De bijdragen van de GMB emissies voor benzeenconcentraties zijn op alle locaties verwaarloosbaar klein: de achtergrondconcentraties (verkregen uit de GCN waarden van RIVM) zijn een factor 10000 hoger (maar overschrijden ook de grenswaarde van 5 µg/m³ niet).

6. Referenties

DNVGL, 2017. Interaction of stacks-plumes with wind turbines, CELSE – Centrais Elétricas de Sergipe S.A. Brasil. Proj.no: 10073298. (appendix modelbeschrijving vrij beschikbaar).

Erbrink, 2016. Windpark Tata Steel en luchtkwaliteit. Rapport ErbrinkStacks R2016002.

J.J. Erbrink en L. Verhees, 2014. Enhanced dispersion from tall stacks in the vicinity of modern wind mills. In: Air Pollution Modeling and its Application XXII, (edited by Douw G. Steyn, Peter J.H. Builtjes, Renske M.A. Timmermans), pp 755-758.

Olfasense, 2018. Geuronderzoek bij aanvraag revisievergunning GMB BioEnergie Zutphen BV. Rapport GMBS18A3, november 2018.

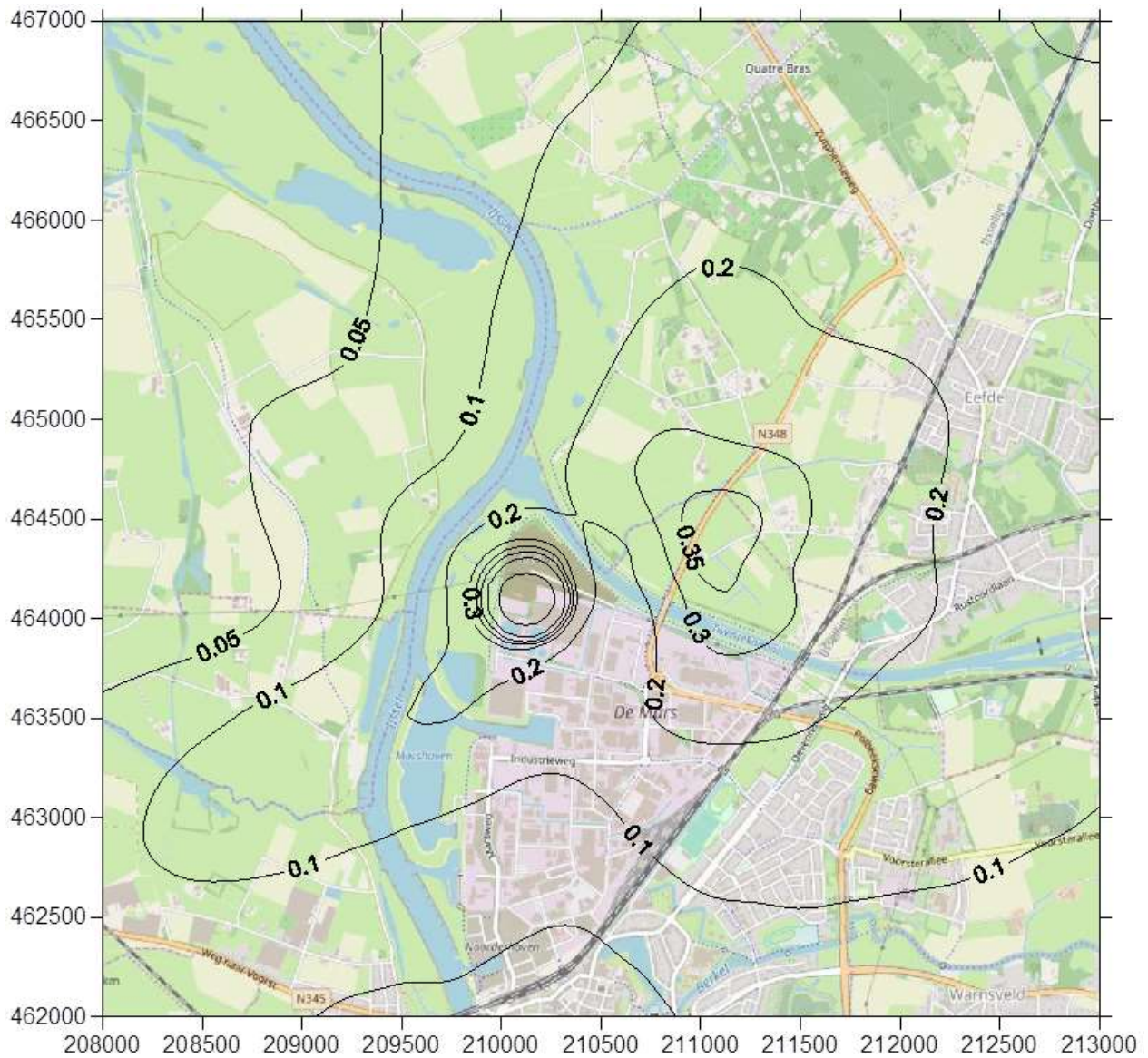
Bijlage A. Thrustcoëfficiënten

GE 2.75-120		Enercon E70	
windsn	Ct	windsn	Ct
3	1.01	1	0
3.5	0.92	2	0.76
4	0.85	3	0.77
4.5	0.82	4	0.77
5	0.82	5	0.77
5.5	0.82	6	0.775
6	0.83	7	0.78
6.5	0.83	8	0.78
7	0.83	9	0.78
7.5	0.81	10	0.774
8	0.78	11	0.764
8.5	0.72	12	0.752
9	0.64	13	0.685
9.5	0.58	14	0.475
10	0.52	15	0.367
10.5	0.46	16	0.295
11	0.41	17	0.242
11.5	0.36	18	0.202
12	0.32	19	0.17
12.5	0.28	20	0.146
13	0.25	21	0.126
13.5	0.22	22	0.11
14	0.19	23	0.098
14.5	0.17	24	0.087
15	0.16	25	0.078
15.5	0.14		
16	0.13		
16.5	0.12		
17	0.11		
17.5	0.1		
18	0.09		
18.5	0.09		
19	0.08		
19.5	0.07		
20	0.07		
20.5	0.06		
21	0.06		
21.5	0.06		
22	0.05		
22.5	0.05		
23	0.04		
23.5	0.04		
24	0.04		
24.5	0.04		
25	0.04		

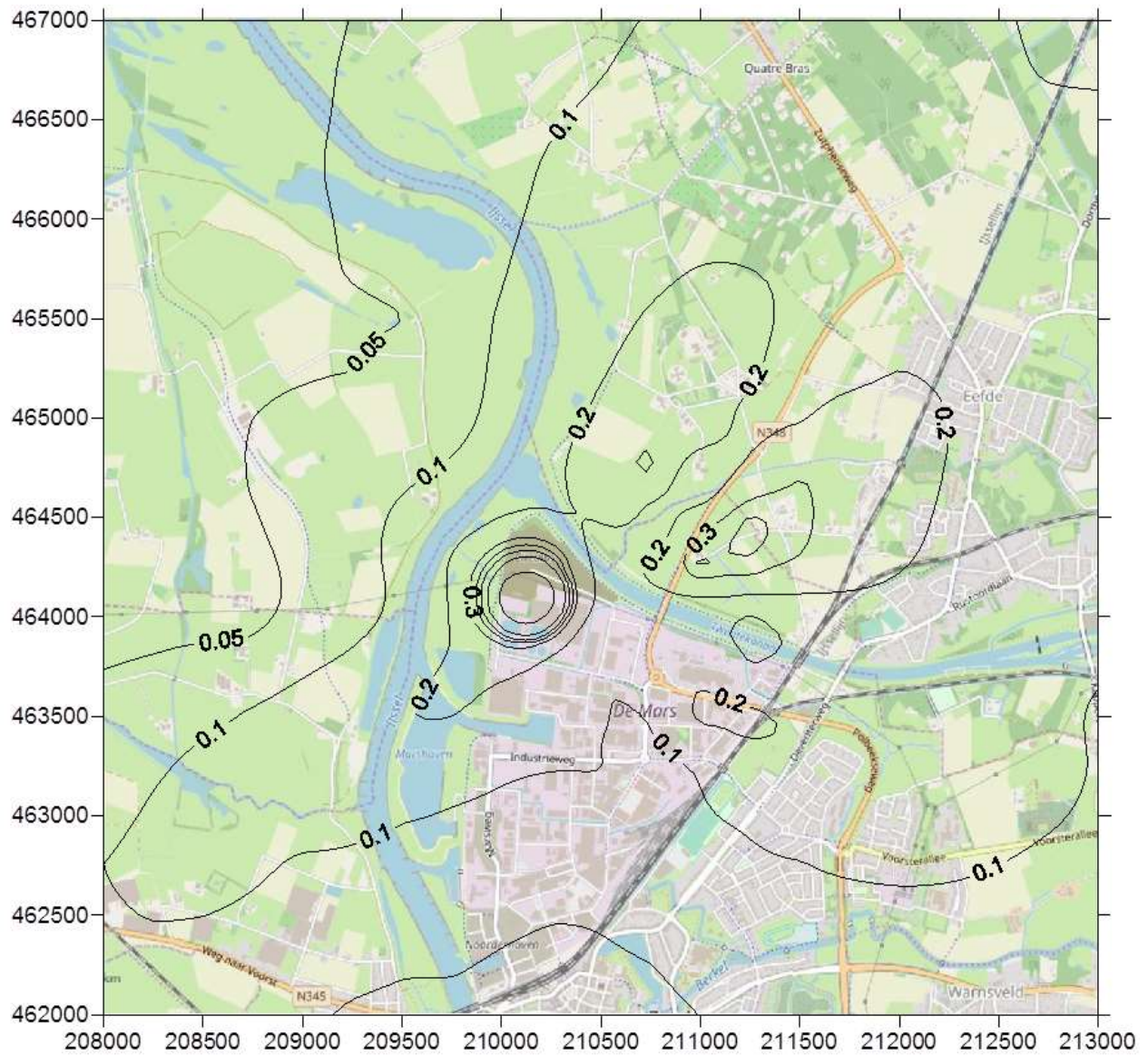
De thrustcoëfficiënten van de GE2.75-120 zijn afgeleid uit de windturbine database (windturbine-models.com).

De thrustcoëfficiënten van de E-70 zijn afgeleid van die van de Enercon E44, die een vergelijkbare power curve heeft.

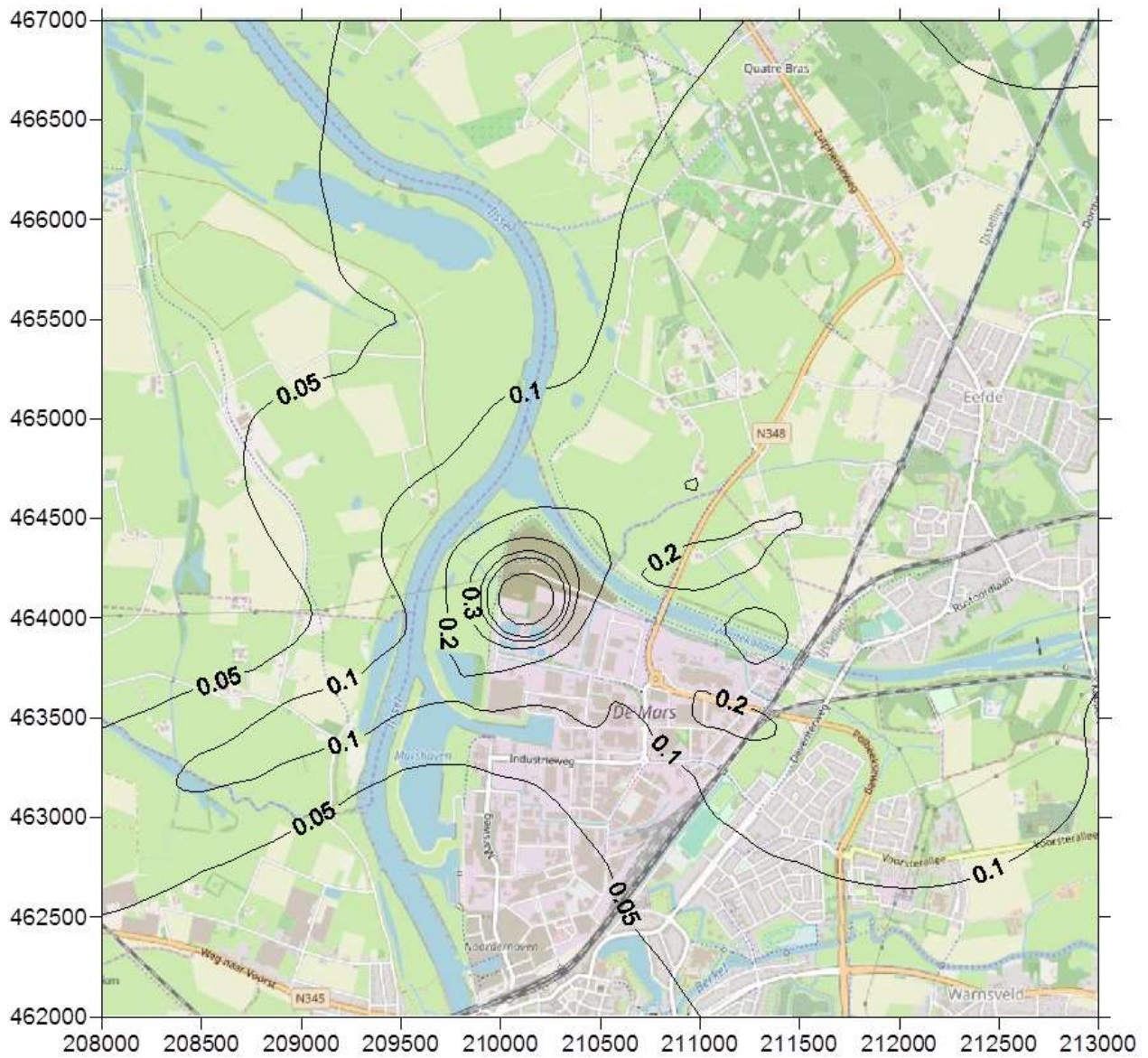
Bijlage B. Geurconcentraties (98p) voor 4 scenario's



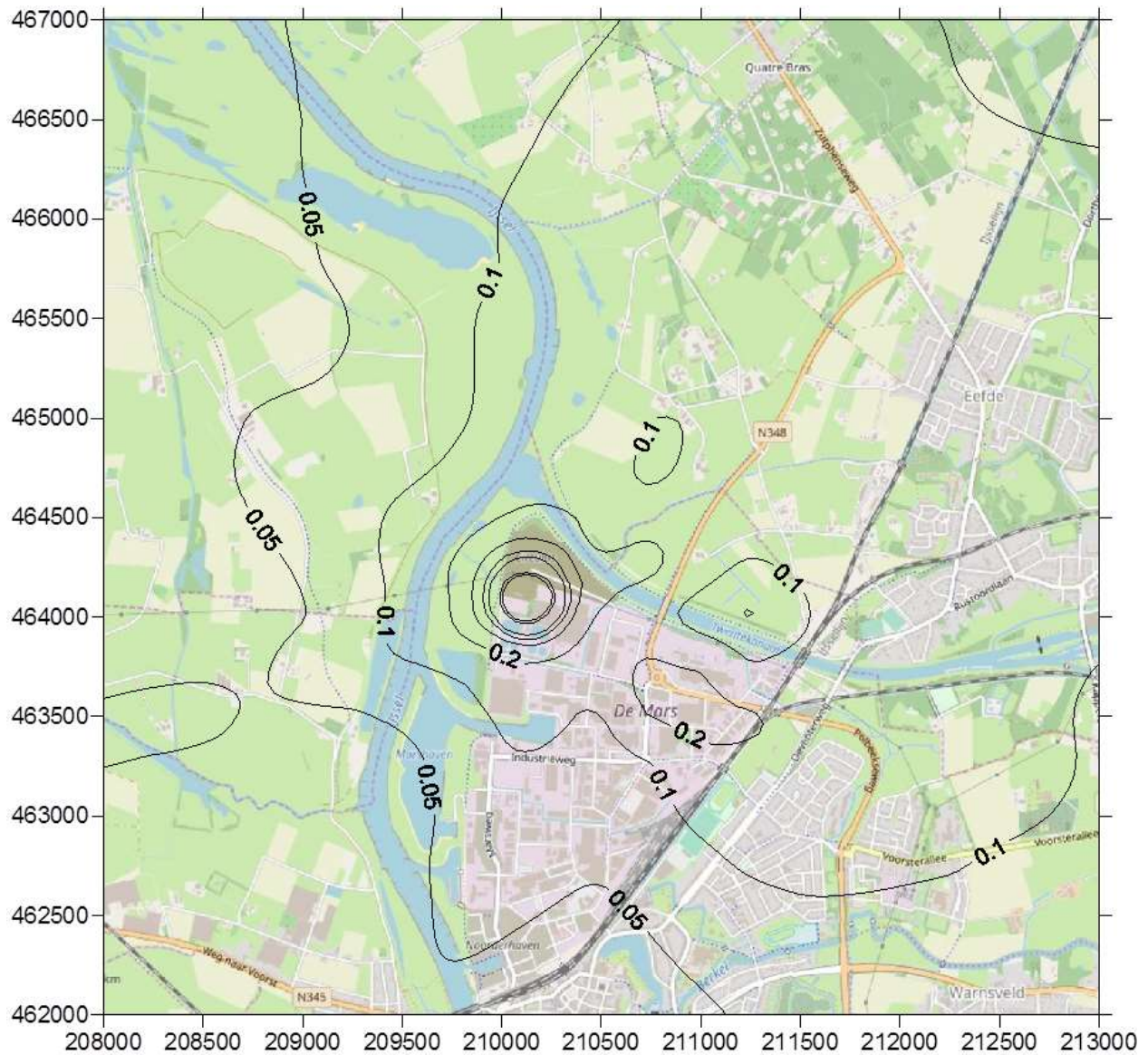
Figuur B1: 98-p geurcontouren (ouE/m³), zonder windturbines, schoorsteenhoogte (GMB) 85m, huidige locatie.



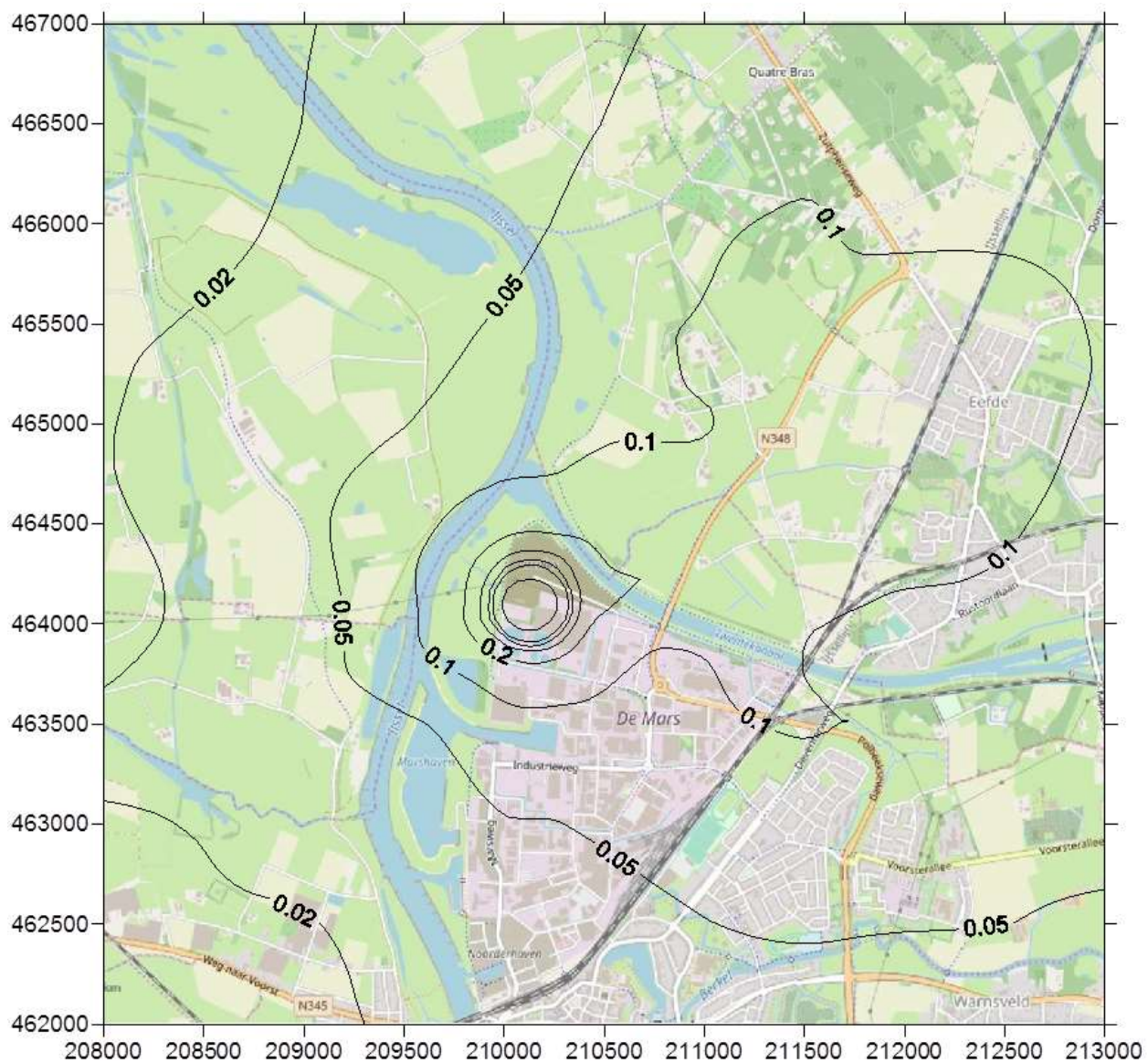
Figuur B2: 98-p geurcontouren (ouE/m³), met 3 -bestaande- windturbines, schoorsteenhoogte (GMB) 85m, huidige locatie.



Figuur B3: 98-p geurcontouren (ouE/m³), met 6 windturbines, schoorsteenhoogte (GMB) 85m, huidige locatie.

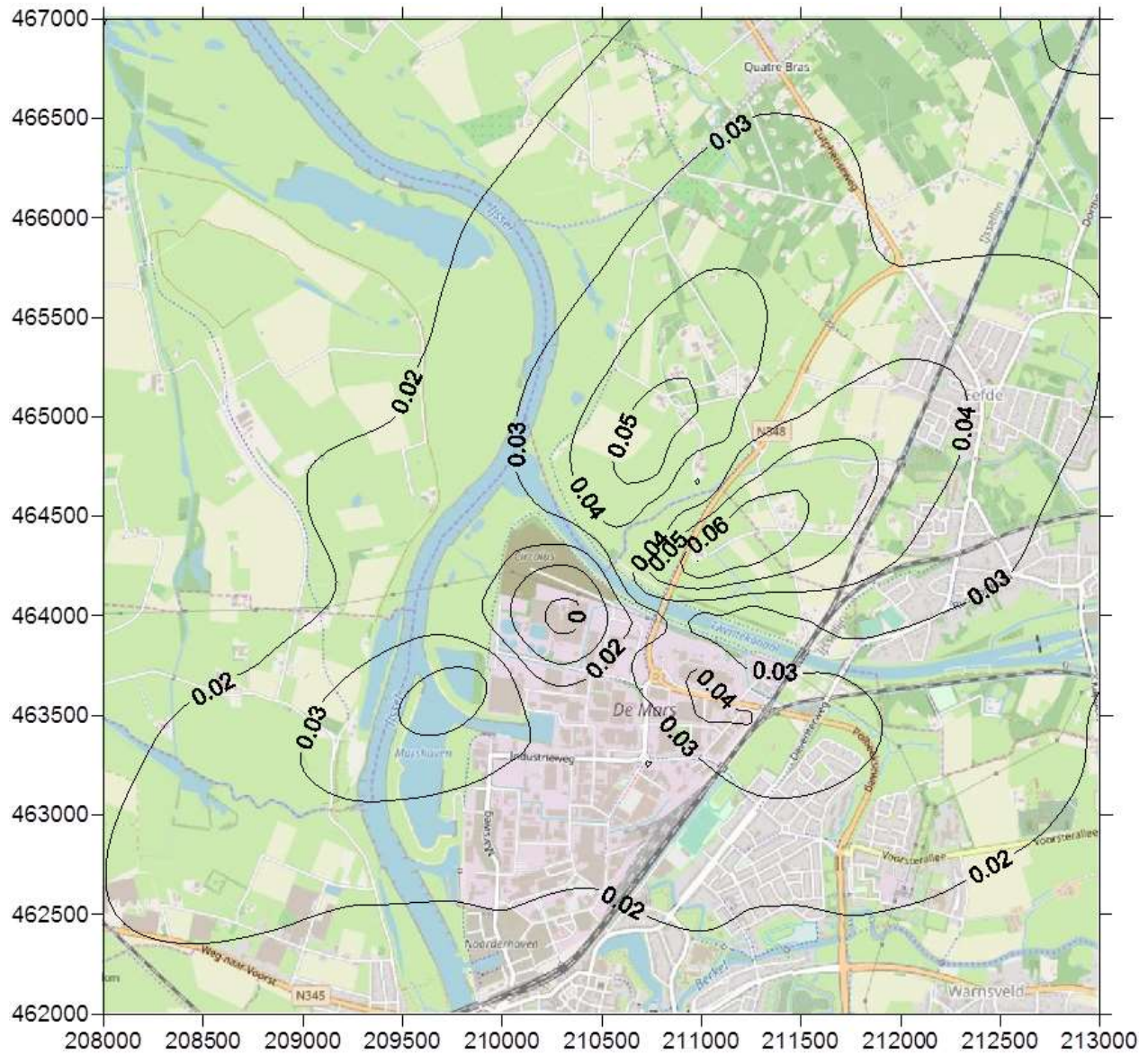


Figuur B4: 98-p geurcontouren (ouE/m³), met 6 windturbines, schoorsteenhoogte (GMB) 85m, nieuwe locatie.

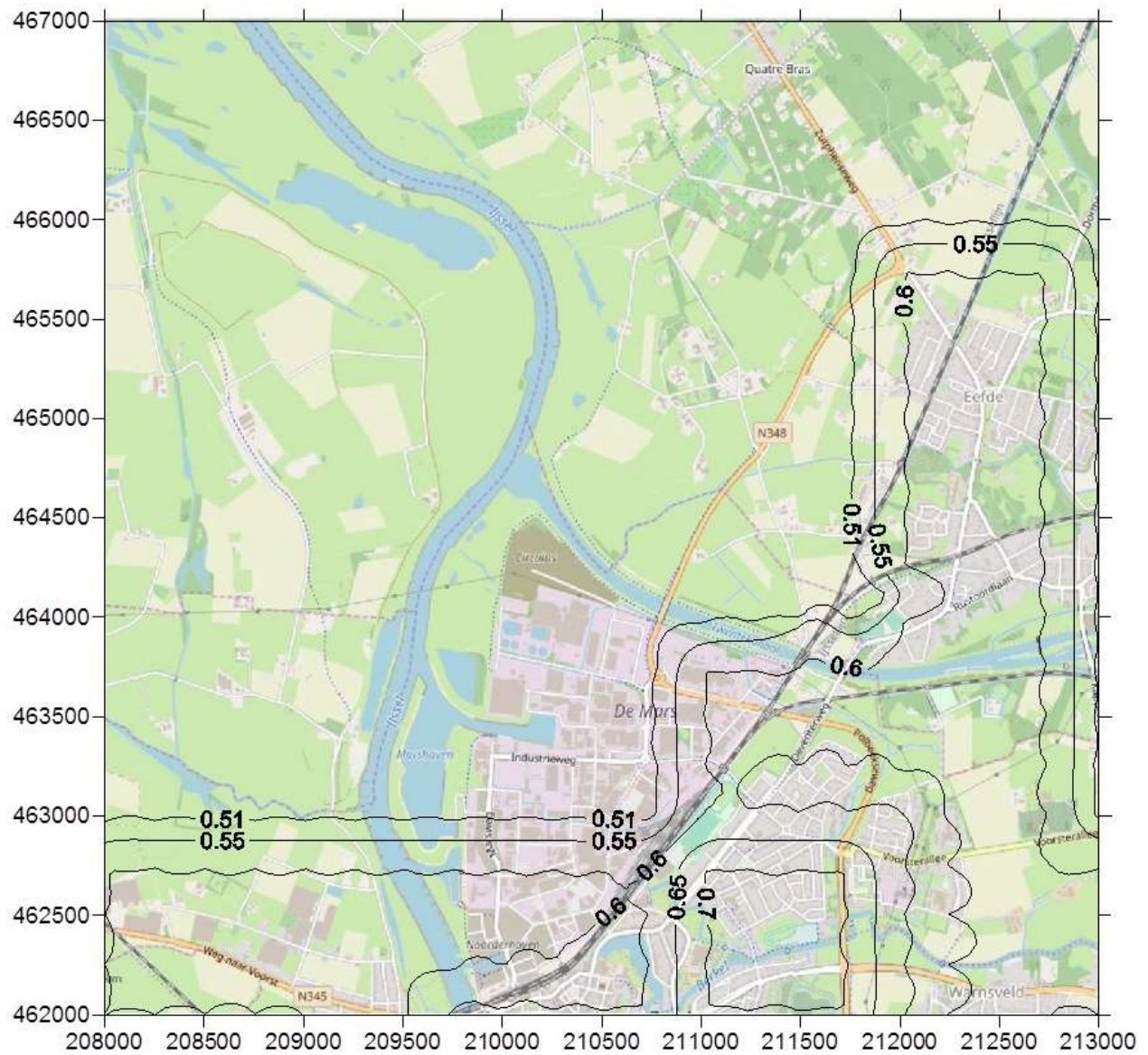


Figuur B5: 98-p geurcontouren (ouE/m³), met 6 windturbines, schoorsteenhoogte (GMB) 125m, nieuwe locatie.

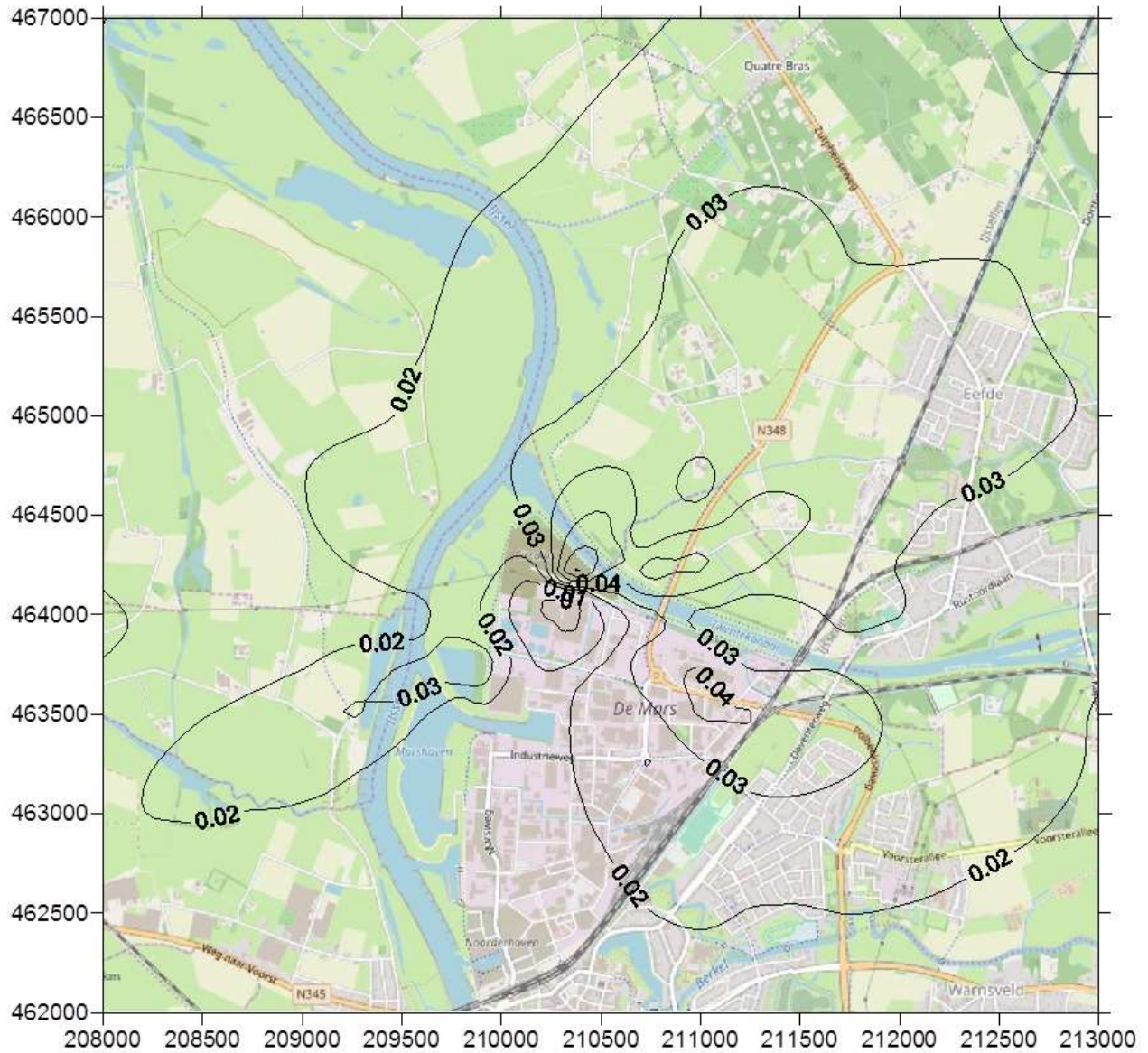
Bijlage C. Benzeenconcentraties voor 4 scenario's



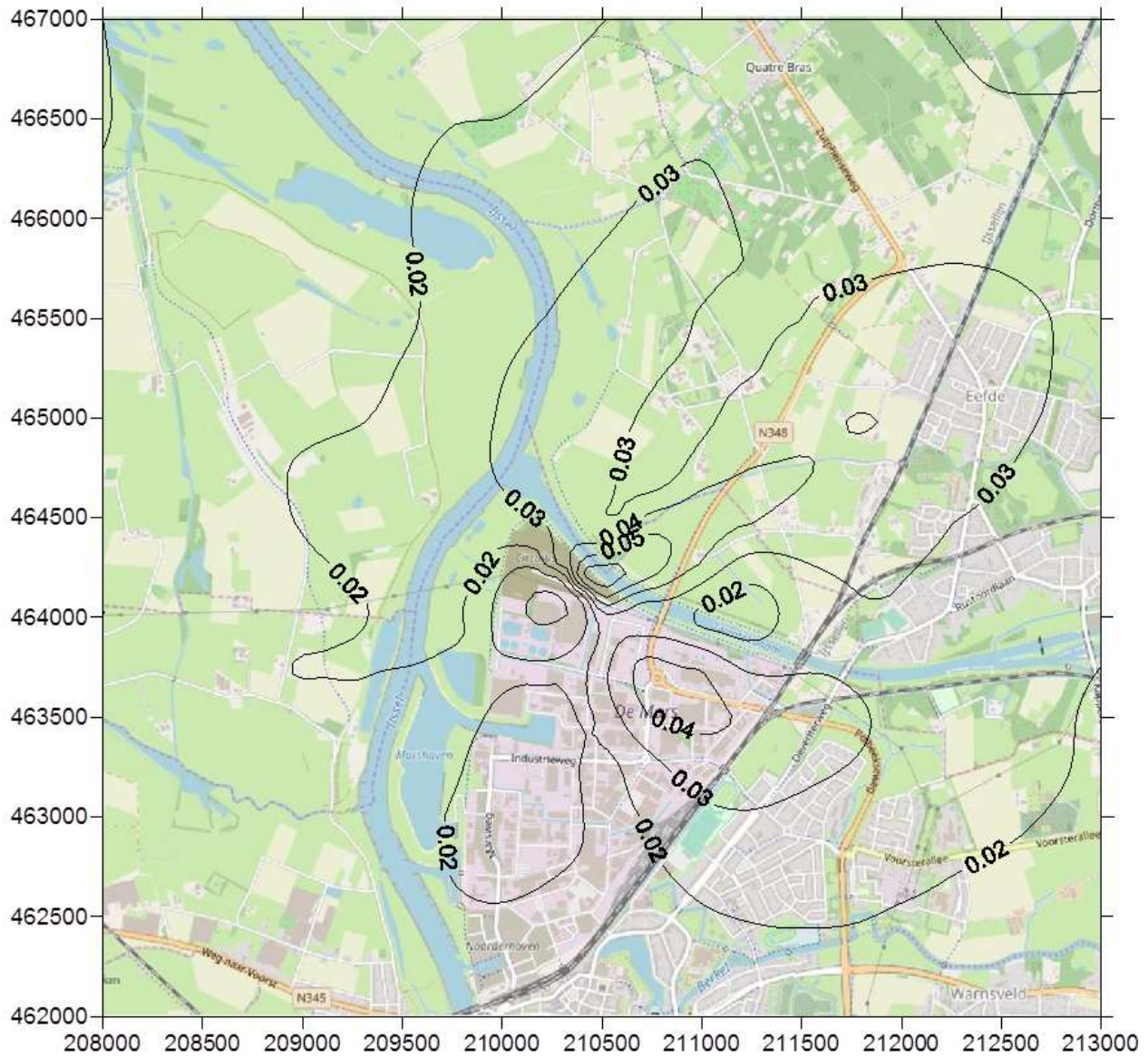
Figuur C1. Jaargemiddelde benzeen concentraties in ng/m^3 ; schoorsteenhoogte (GMB) 85m, oude coördinaten, 3 –bestaande- windturbines.



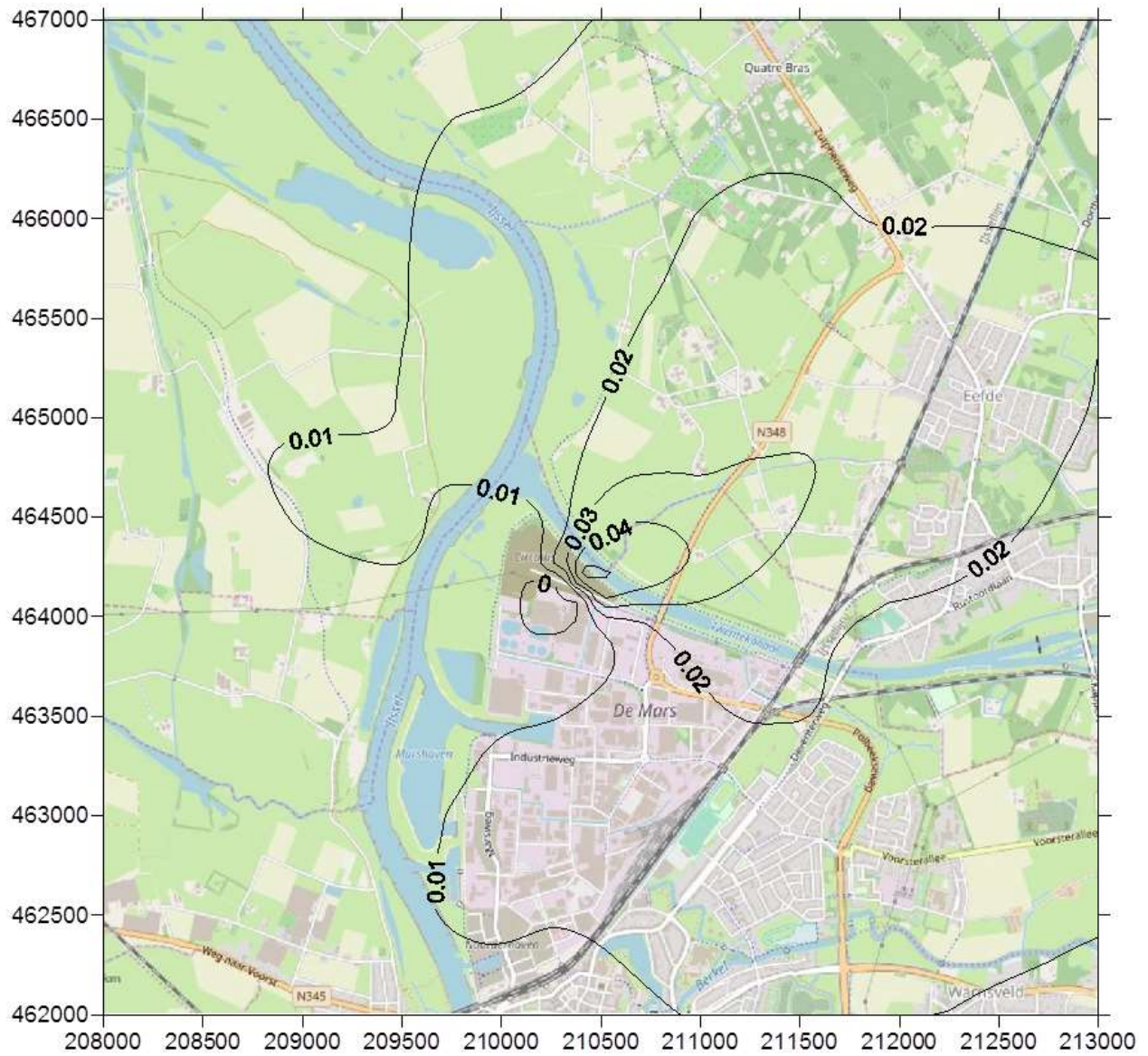
Figuur C2. Jaargemiddelde benzeen concentraties in **$\mu\text{g}/\text{m}^3$** ; schoorsteenhoogte (GMB) 85m, oude coördinaten, 3 WT met achtergrond concentraties.



Figuur C3. Jaargemiddelde benzeen concentraties in ng/m³; schoorsteenhoogte (GMB) 85m, oude coördinaten, 6 windturbines,



Figuur C4. Jaargemiddelde benzeen concentraties in ng/m³; schoorsteenhoogte (GMB) 85 m nieuwe coördinaten, 6 windturbines.



Figuur C5. Jaargemiddelde benzeen concentraties in ng/m³; schoorsteenhoogte (GMB) 125m nieuwe coördinaten, 6 windturbines.