



Adviesgroep AVIV BV
Piet Heinstraat 12
7511 JE Enschede

Rapport / Consequentie-onderzoek wijziging berekeningswijze aandachtsgebieden

Project 224973
Datum 13 juni 2023

Rapport / Consequentie-onderzoek wijziging berekeningswijze aandachtsgebieden

Project 224973

Datum 13 juni 2023

Auteur(s) L.M.A. Mentink

Review R. Scheres

Versie nr. 1.0

Opdrachtgever Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
2 Uitgangspunten consequentieonderzoek	5
2.1 Berekenen aandachtsgebieden	5
2.2 Verbetervoorstel	5
3 Resultaat berekeningen	10
3.1 Vergelijking gifwolkaandachtsgebied	12
3.2 Afkap plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8}	15
4 Conclusie	19
Referenties	21
Bijlage 1 Overzicht contouren	22
Bijlage 1 Afstandstabellen GAG PGS 15	74

1 Inleiding

Met de komst van de Omgevingswet worden voor de beoordeling van het groepsrisico, de aandachtsgebieden geïntroduceerd. Het RIVM beheert het rekenvoorschrift en de stappenplannen voor omgevingsveiligheid en daarmee de aandachtsgebieden. De stappenplannen beschrijven onder andere hoe de aandachtsgebieden rondom activiteiten met gevaarlijke stoffen berekend moeten worden. Aandachtsgebieden zijn gebieden waar mensen binnenshuis, zonder aanvullende maatregelen, onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de effecten die in de omgeving kunnen optreden. Voorbeelden van die effecten zijn warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en verspreiding van giftige stoffen door de lucht (gifwolk).

De werkgroep aandachtsgebieden (met deelnemers van onder andere omgevingsdiensten en bedrijven) heeft verbetervoorstellen gedaan voor het berekenen van aandachtsgebieden. Dit voorstel is door het RIVM beoordeeld en zij zijn gekomen tot een aangepast voorstel voor het berekenen van het gifwolkaandachtsgebied. Dit rapport beschrijft het consequentieonderzoek van de verbetervoorstellen van de werkgroep en die van het RIVM. Het consequentieonderzoek is uitgevoerd op basis van een representatieve steekproef van 30 bedrijven en drietal buisleidingen. Hoofdstuk 2 beschrijft de verbetervoorstellen en de uitgangspunten van het consequentieonderzoek. In hoofdstuk 3 worden de verschillen door de wijzigingen van de twee voorgestelde berekeningswijzen ten opzichte van de huidige methodiek voor de aandachtsgebieden inzichtelijk gemaakt. Hoofdstuk 4 tenslotte beschrijft de conclusie.

2 Uitgangspunten consequentieonderzoek

2.1 Berekenen aandachtsgebieden

Aandachtsgebieden zijn gebieden waar mensen in huizen of gebouwen, zonder extra maatregelen, onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de gevaren in de omgeving. Bijvoorbeeld tegen warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en een concentratie giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Voor het berekenen van deze aandachtsgebieden is door het RIVM een stappenplan opgesteld [1]. Door de werkgroep aandachtsgebieden is een voorstel ingediend om de aandachtsgebieden op een andere manier te berekenen. Het RIVM heeft dit voorstel beoordeeld [2]. In deze beoordeling geeft het RIVM aan dat de voorgestelde methodiek kan, maar dat nog aanvullend beoordeeld moet worden of de uitgangspunten in de voorgestelde benadering juist zijn. Nader onderzoek van het RIVM heeft aangepaste uitgangspunten tot resultaat [3, 4]. In dit consequentieonderzoek worden de aandachtsgebieden die berekend zijn conform het oorspronkelijke stappenplan vergeleken met de voorgestelde methodiek met standaard uitgangspunten en met de voorgestelde methodiek met de RIVM uitgangspunten [4]. Dit betekent dat er per bedrijf en buisleiding drie berekeningen zijn uitgevoerd. De berekeningen zijn uitgevoerd met Safeti-NL versie 8.5.

2.2 Verbetervoorstel

Het verbetervoorstel vanuit de werkgroep heeft betrekking op een aantal onderwerpen:

- Vrij spreidende plas van brandbare vloeistoffen;
- Gifwolkaandachtsgebied;
- PGS 15 loodsen;
- Afkappen van een aandachtsgebied.

De verschillende onderwerpen worden hieronder kort toegelicht. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar de bijhorende documentatie zoals genoemd in de referenties.

2.2.1 Vrij spreidende plas

Voor het berekenen van de aandachtsgebieden wordt in het rekenmodel standaard uitgegaan van een vrij spreidende plas. Dit betekent dat het rekenmodel geen rekening houdt met tankputten, gebouwen, wegen, havens of andere obstakels die de uitstroming van de plas tegenhouden. Door de werkgroep is voorgesteld te onderzoeken wat gebeurt als wel rekening wordt gehouden met de daadwerkelijke situatie ter plaatse. Op basis van hetgeen in de handleiding risicoberekeningen Bevi [5] staat beschreven is het mogelijk het rekenmodel aan te passen door middel van het toekennen van een bund met een bepaalde omvang, of het toevoegen van een zelf gedefinieerde vloeistofplas in het rekenmodel. De uitstroming van de vloeistof komt daarmee beter overeen met de verspreiding van de vloeistof in de praktijk.

Hierdoor blijft de omvang van de verspreidende plas binnen de toegekende bund en zal kleiner zijn dan de vrij spreidende plas. De zelf gedefinieerde vloeistofplas zal ook kleiner worden gemodelleerd. Doordat de plas kleiner van omvang is zal bij brand de warmtestraling, en daarmee ook het brandaandachtsgebied, kleiner worden.

Voor het consequentieonderzoek zijn door de omgevingsdiensten geen gegevens beschikbaar gesteld voor het toekennen van bunds of het aanpassen van de vloeistofplas in de rekenfiles. Daarom zijn van deze aanpassing de consequenties niet doorgerekend. Echter op basis van de theorie kan gesteld worden dat bij het beperken van de vrij uitstromende plas het brandaandachtsgebied ook kleiner zal worden. Doordat dit ook al in de handleiding risicoberekeningen Bevi beschreven staat is een aanpassing van het stappenplan hiervoor niet noodzakelijk.

2.2.2 Gifwolkaandachtsgebied

Voor het berekenen van het gifwolkaandachtsgebied is door de werkgroep aandachtsgebieden voorgesteld uit te gaan van een dosisbenadering in plaats van de berekening op basis van de concentratie. De begrenzing van het gifwolkaandachtsgebied wordt berekend aan de hand van de dosis binnenshuis (dosis binnenshuis kleiner dan $LBW_{30}^N \cdot 30 \text{ min}$). Hierbij wordt uitgegaan van de levensbedreigende waarde (LBW). De LBW is de luchtconcentratie waarboven mogelijk sterfte of levensbedreigende aandoeningen kunnen ontstaan. De LBW_{30} is de levensbedreigende waarde die overeenkomt met een blootstellingsduur van 30 minuten: bij blootstelling aan concentraties hoger dan de LBW_{30} gedurende 30 minuten kunnen sterfte of levensbedreigende aandoeningen ontstaan. Hierbij gaat de werkgroep er van uit dat de overige parameters in het rekenmodel gelijk blijven; Ventilatievoud 1 keer per uur en de latentiewaarde 1800 seconden.

Door het RIVM is aangegeven dat deze dosisbenadering passend is bij de beoogde functie van een aandachtsgebied [2], maar dat de daarbij voorgestelde parameters echter niet valide en passend zijn. De methode geeft alleen realistische resultaten wanneer er valide parameters gebruikt worden. Het RIVM heeft onderzoek uitgevoerd naar valide parameters en komt met aangepaste waarden voor de ventilatievoud bij gebouwen en de latentiewaarde [4]. Het RIVM stelt voor te rekenen met een ventilatievoud van 6 keer per uur en een latentiewaarde van 7200 seconden. Beide voorgestelde manieren voor het berekenen van het gifwolkaandachtsgebied zijn in dit onderzoek meegenomen. Tabel 1 toont voor beide voorstellen de parameters waarmee gerekend is.

In Safeti-NL is het niet mogelijk om als “standaard” gebruiker bepaalde waarden aan te passen. Voor het uitvoeren van de berekeningen zijn daarom door het RIVM rekenfiles aangepast om zo met de aangepaste latentie en ventilatievoud te kunnen rekenen.

Voorstel	Code	N-waarde	Ventilatievoud	Latentie
Werkgroep voorstel	vv1	LBW ₃₀ ^N .30 min	1 per uur	1800 seconden
RIVM voorstel	vv6	LBW ₃₀ ^N .30 min	6 per uur	7200 seconden

Tabel 1. Parameters voor de twee verschillende berekeningen

Het ventilatievoud is het aantal keren per uur dat de lucht in het gebouw wordt ververs. Het ventilatievoud bepaalt hoe snel de concentratie gevaarlijke stoffen in een gebouw toeneemt wanneer er buiten een gifwolk aanwezig is en hoe snel de concentratie vervolgens weer afneemt als de gifwolk buiten niet meer aanwezig is. De ventilatievoud is bij vv6 zes keer per uur in plaats van één keer per uur (vv1) waardoor de giftige rook sneller het gebouw binnen gaat.

De latentie is de tijdspanne tussen het moment dat de concentratie buiten het gebouw voor het eerst lager is dan de concentratie binnen het gebouw en het moment dat de mensen van binnen naar buiten gaan. Bij vv6 is de latentie groter (7200 seconden) dan bij vv1 (1800 seconden) waardoor de aanwezigen langer blootgesteld worden aan de concentratie binnen.

Voor berekeningen van het gifwolkaandachtsgebied middels de dosisbenadering, is gebruik gemaakt van het door het RIVM opgestelde stappenplan [4]. Voor het bepalen van de referentiedosis conform dit stappenplan is daar waar nodig gebruik gemaakt van de gegevens uit het interventiewaarden document van het RIVM [7]. De conversiewaarde (mg/m³ naar ppm) is in dit document berekend bij 20°C. In Safeti-NL wordt deze bij 9.8°C berekend. Dit verschil is niet van invloed op de resultaten van dit onderzoek.

2.2.3 PGS 15

Bij het berekenen van het gifwolkaandachtsgebied is door de werkgroep aandachtsgebieden voorgesteld specifiek te kijken naar het gifwolkaandachtsgebied van PGS 15 opslaglocaties. Bij dit type opslag zijn de aandachtsgebieden over het algemeen groter dan verwacht. Het RIVM heeft onderzocht of de rekenmethode voor PGS 15 opslagen nog voldoet aan de nieuwste inzichten in de wetenschappelijke literatuur en heeft een aantal verbeteringen voorgesteld. Op basis van dit onderzoek is door het RIVM voor dit consequentieonderzoek een memo opgesteld [5]. In deze memo is de rekenmethode voor de aandachtsgebieden van PGS 15 opslagen beschreven op basis van de voorgestelde verbeteringen en de dosisbenadering. Op basis van deze rekenmethode zijn afstandstabellen opgesteld voor het bepalen van de aandachtsgebieden. Zowel op basis van het voorstel van de werkgroep vv1 als van het RIVM vv6 zijn in de memo afstandstabellen opgenomen. De memo geeft per voorstel twee tabellen. Eén tabel met de afstanden van het gifwolkaandachtsgebied door giftige verbrandingsproducten en één door onverbrand giftig product. Voor de giftige verbrandingsproducten kan op basis van het oppervlak en de hoogte van de loods de afstand van het gifwolkaandachtsgebied vanaf het midden van de loods worden afgelezen. Voor het onverbrand giftig product kan op basis van een berekende bronsterke en de hoogte van de

loods de afstand van het gifwolkaandachtsgebied vanaf het midden van de loods worden afgelezen.

2.2.4 Afkappen aandachtsgebieden

Het berekende gifwolkaandachtsgebied kan enkele kilometers groot zijn. Dit hangt samen met het soort en de hoeveelheden giftige stoffen die vrijkomen. Bij het besluit over een ruimtelijk ontwikkeling in de omgeving van een activiteit met gevaarlijke stoffen, is het gebied waar rekening moet worden gehouden met het groepsrisico als gevolg van een gifwolk beleidsmatig afgekapt op 1,5 kilometer (zie Besluit kwaliteit leefomgeving artikel 5.12, lid 4).

De werkgroep aandachtsgebieden heeft voorgesteld niet alleen het gifwolkaandachtsgebied af te kappen, maar ook het brand- en explosieaandachtsgebied. Voorgesteld wordt alle aandachtsgebieden af te kappen bij de plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8} /jaar. Dus alle aandachtsgebieden die groter zijn dan de berekende PR 10^{-8} /jaar kunnen worden afgekapt bij deze risicocontour.

Theoretisch gezien is in het kader van de robuustheid wel één nadeel aan het gebruik van deze contour in vergelijking met de afkap bij 1,5 kilometer. Het plaatsgebonden risico wordt berekend op basis van alle aanwezige effecten (warmtestraling, overdruk en gifwolk). Stel het gifwolkaandachtsgebied bij een bedrijf wordt afgekapt bij de PR 10^{-8} /jaar. Mocht het bedrijf een brandbare stof toevoegen binnen de inrichting dan kan de PR 10^{-8} contour groter worden. Daarmee wordt ook het gifwolkaandachtsgebied groter zonder dat er iets veranderd aan de toxische effecten. Omgekeerd kunnen bronmaatregelen bij een installatie met een brandbare stof de PR 10^{-8} contour reduceren en daarmee naast het bijvoorbeeld het brandaandachtsgebied ook het gifwolkaandachtsgebied reduceren. Een afkap op basis van een vaste afstand geeft een meer robuust resultaat. Deze is minder gevoelig voor wijzigingen binnen de inrichting. Op basis van de afkap van de aandachtsgebieden bij de PR 10^{-8} contour is het ook niet altijd duidelijk welke effecten van toepassing zijn binnen dat gebied. Een nader onderzoek van de effecten is hiervoor dan noodzakelijk.

2.2.5 Selectie bedrijven

Het selecteren van bedrijven die samen zorgdragen voor een representatieve steekproef is door omgevingsdiensten gedaan. Zij hebben vanuit de verschillende landsdelen bedrijven aangedragen die op basis van de aanwezige aandachtsgebieden, gebruikt kunnen worden voor het consequentieonderzoek. Op basis hiervan is een lijst van dertig bedrijven samengesteld die door de werkgroep aandachtsgebieden akkoord is bevonden. De lijst is beoordeeld waarbij gekeken is of de bedrijven vanuit alle delen van het land komen, of de aandachtsgebieden aanwezig zijn en of deze een beeld kunnen geven van de consequenties. De geselecteerde bedrijven geven een duidelijk beeld van de consequenties van de aangepast berekeningswijze. De aangedragen lijst van bedrijven is gecontroleerd en vervolgens geanonimiseerd zodat in de resultaten niet duidelijk is welk bedrijf het betreft. Door de omgevingsdiensten zijn van deze geselecteerde bedrijven de rekenfiles beschikbaar gesteld. De buisleidingen zijn gekozen op basis van de drie verschillende aandachtsgebieden. Een

buisleiding met een giftige stof (leiding 1), brandbare vloeistof (leiding 2) en een brandbaar gas (leiding 3). Dit betreffen leidingen uit de beschikbaar gestelde rekenfiles van de bedrijven.

Voor de aardgasleidingen is gekeken naar de PR 10^{-8} contour in relatie tot het brandaandachtsgebied. Bij aardgasleidingen is enkel sprake van een brandscenario. Andere aandachtsgebieden worden daarom niet vergeleken.

Voor aardgas leidingen is gekeken naar een leiding met grote diameter en druk, een leiding met kleine diameter en relatief lage druk en een leiding daar tussenin. Deze leidingen worden enkel beschouwd ten aanzien van het voorstel het aandachtsgebied af te kappen bij een PR 10^{-8} -contour.

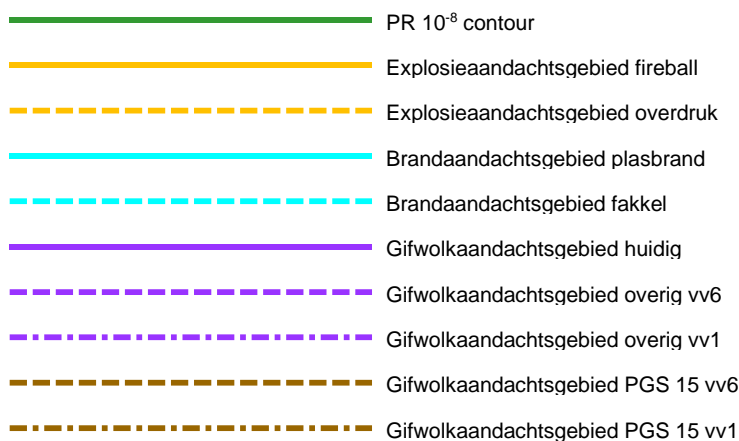
- Aardgas_1 is 48 inch met een druk van 80 bar
- Aardgas_2 is 36 inch met een druk van 66 bar
- Aardgas_3 is 8 inch met een druk van 40 bar

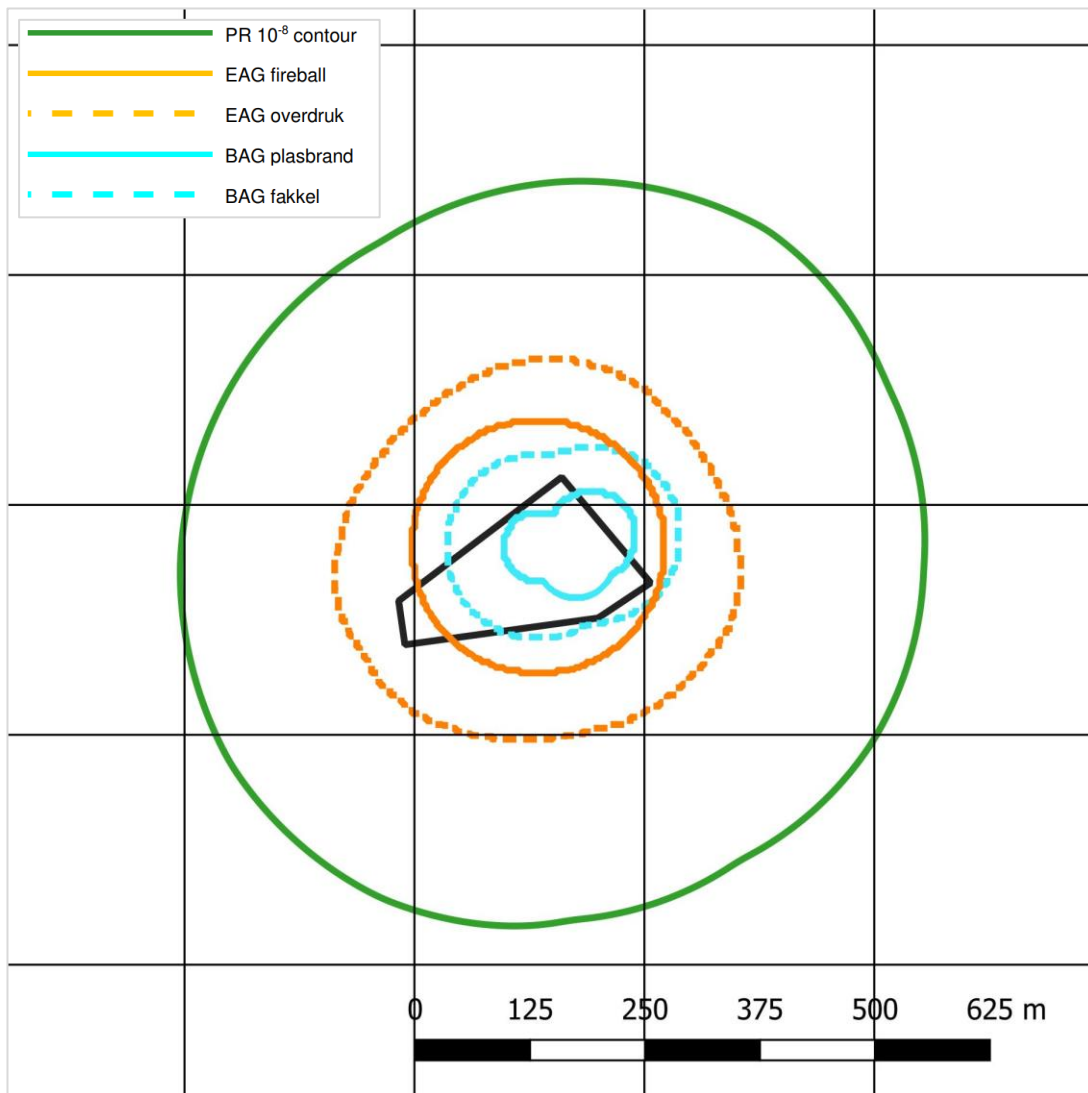
3 Resultaat berekeningen

Voor het consequentieonderzoek zijn 30 bedrijven geselecteerd en 3 buisleidingen. Hiervan zijn de Safeti-rekenfiles beschikbaar gesteld door het bevoegd gezag. Deze 30 files zijn allemaal drie keer doorgerekend met Safeti-NL versie 8.5.

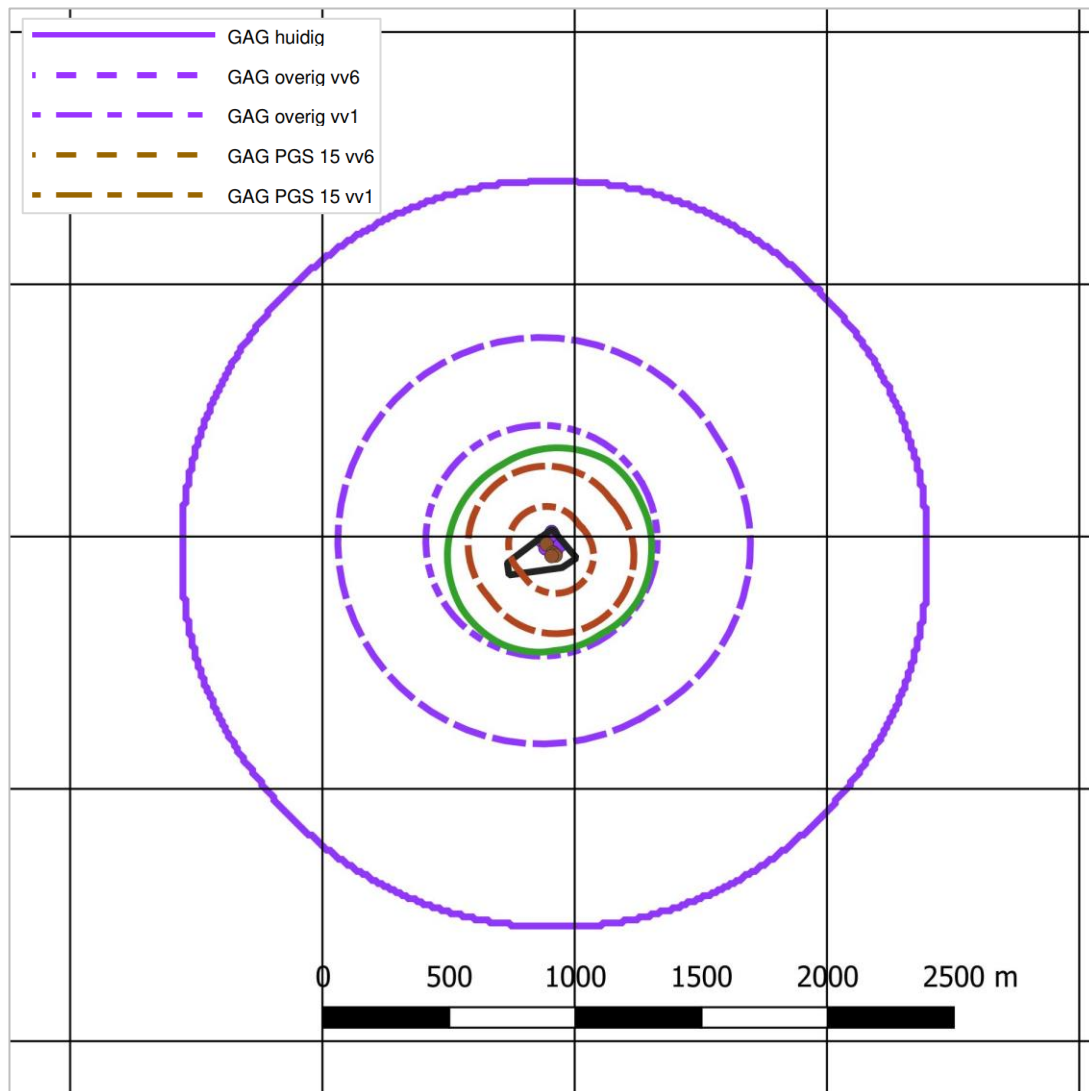
- Berekening met de code “ huidig ”; de aandachtsgebieden en de PR 10^{-8} /jaar zijn berekend met de nu voorgeschreven rekenmethode.
- Berekening met de code “ vv1 ”; de aandachtsgebieden zijn berekend met de door de werkgroep voorgestelde dosis methode (zie ook tabel 1).
- Berekening met de code “ vv6 ”; de aandachtsgebieden zijn berekend met de door de werkgroep voorgestelde dosis methode met de door het RIVM aanbevolen en aangepaste parameters (zie ook tabel 1).

Figuur 1 toont een voorbeeld (bedrijf 2) van de resultaten van de berekeningen. Hierbij wordt van het bedrijf (indien van toepassing) een figuur getoond waarin de inrichtingsgrens, de plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8} , de brandaandachtsgebieden (fakkel en plasbrand) en het explosieaandachtsgebied (warmtestraling en overdruk) zichtbaar zijn. Daarnaast wordt voor datzelfde bedrijf een figuur getoond waarop de inrichtingsgrens, de plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8} , en de gifwolkaandachtsgebieden (PGS 15 en overig) getoond. Bijlage 1 toont de figuren met alle aandachtsgebieden van alle doorgerekende bedrijven. De nummering van de bedrijven komt overeen met de nummering in tabel 2 en 3.





Figuur 1. Bedrijf 2: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



Figuur 2. Bedrijf 2: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

3.1 Vergelijking gifwolkaandachtsgebied

Voor het bepalen van de consequenties van de voorgestelde rekenmethode van de werkgroep aandachtsgebieden (vv1) en de aangepaste methode voorgesteld door het RIVM (vv6) zijn de berekende gifwolkaandachtsgebieden berekend en vergeleken met het GAG huidig (bestaande rekenfile doorgerekend met Safeti-NL 8.5). In tabel 2 wordt per bedrijf aangegeven hoe het gifwolkaandachtsgebied verandert ten opzichte van het gifwolkaandachtsgebied berekend met de huidige rekenmethode. Hierbij is onderscheid gemaakt in de berekende gifwolkaandachtsgebieden en de gifwolkaandachtsgebieden die zijn afgeleid uit de tabellen die horen bij PGS 15-opslagen. In tabel 2 worden met behulp van onderstaande codes de verschillen in gifwolkaandachtsgebied weergegeven.

Code	Betekenis
--	GAG (vv1 en vv6) is veel kleiner dan het GAG huidig
-	GAG (vv1 en vv6) is kleiner dan het GAG huidig
=	GAG (vv1 en vv6) is gelijk aan het GAG huidig
+	GAG (vv1 en vv6) is groter dan het GAG huidig
++	GAG (vv1 en vv6) is veel groter dan het GAG huidig

Bedrijf	Aandachtsgebieden vv1 t.o.v. GAG huidig		Aandachtsgebieden vv6 t.o.v. GAG huidig	
	GAG	GAG PGS 15	GAG	GAG PGS 15
1	nvt	--	nvt	--
2	--	--	--	--
3	+	nvt	++	nvt
4	-	nvt	+	nvt
5	-	nvt	++	nvt
6	-*	nvt	+*	nvt
7	--	nvt	++	nvt
8	nvt	nvt	nvt	nvt
9	nvt	nvt	nvt	nvt
10	nvt	nvt	nvt	nvt
11	nvt	--	nvt	--
12	--	--	--	--
13	--	--	--	--
14	nvt	--	nvt	--
15	nvt	nvt	nvt	nvt
16	nvt	--	nvt	--
17	--	nvt	++	nvt
18	--	nvt	-	nvt
19	nvt**	nvt	+	nvt
20	-	nvt	--	nvt
21	nvt	--	nvt	--
22	nvt	--	nvt	--
23	nvt	--	nvt	--

Bedrijf	Aandachtsgebieden vv1 t.o.v. GAG huidig		Aandachtsgebieden vv6 t.o.v. GAG huidig	
	GAG	GAG PGS 15	GAG	GAG PGS 15
24	--	--	--	-
25	nvt	--	nvt	-
26	nvt	--	nvt	--
27	nvt	-	nvt	+
28	nvt	--	nvt	--
29	nvt	--	nvt	--
30	nvt	--	nvt	+
Leid_1	-	nvt	nvt	+

Tabel 2. Vergelijking gifwolkaandachtsgebieden huidig, vv1 en vv6.

* Met Safeti_NL 8.5 wordt op basis van het beschikbaar gestelde programma geen GAG berekend vanwege het ontbreken van een LBW30. Uitkomst is op basis van vergelijk met eerder berekende GAG (project 2018)

** Voor vv1 wordt geen GAG berekend.

Over het algemeen is geeft de berekening van het GAG op basis van dosis in plaats van concentratie een kleiner GAG. Hierbij is het GAG vv6 dan weer groter dan GAG vv1. Dit heeft te maken met het hogere ventilatievoud en de hogere latentie. De ventilatievoud is bij vv6 zes keer per uur in plaats van één keer per uur (vv1) waardoor de giftige rook sneller het gebouw binnen gaat. Ook de latentie is groter (7200 seconden i.p.v. 1800 seconden) waardoor de aanwezigen langer blootgesteld worden aan de concentratie binnen.

Tabel 2 laat zien dat het GAG PGS 15 vv1 in alle gevallen kleiner tot veel kleiner is dan GAG huidig. Voor GAG PGS 15 vv6 is in twee gevallen het GAG groter dan het GAG huidig. Zowel bedrijf 27 als bedrijf 30 gaat in de originele rekenfile uit van geen tot heel weinig stikstof in de samengestelde stof die voor de berekening wordt gebruikt. Bij de afstandstabellen PGS 15 die door het RIVM zijn opgesteld is uitgegaan van een voorbeeldstof die bestaat uit 10 massa% stikstof, 10 massa% zwavel, 10 massa% chloor en 29 massa% koolstof. Deze stof heeft door de hoge massa% een hogere concentratie aan toxische verbrandingsproducten in de wolk. Dit leidt bij de vv6 berekeningen tot een groter gifwolkaandachtsgebied dan in op basis van de huidige methodiek. Dat dit alleen bij de GAG vv6 zo is heeft te maken met het hogere ventilatievoud en de hogere latentie. De ventilatievoud is bij vv6 zes keer per uur in plaats van één keer per uur (vv1) waardoor de giftige rook sneller het gebouw binnen gaat. Ook de latentie is groter waardoor de aanwezigen langer blootgesteld worden aan de concentratie binnen.

Het GAG vv1 laat dezelfde trend zien, ook hier is, op één na, in alle gevallen het GAG kleiner tot veel kleiner dan het GAG huidig. Voor GAG vv6 geldt dit niet. Hier is in vier gevallen het

GAG veel groter en in vier gevallen groter dan het GAG huidig. In vijf gevallen waarbij het GAG groter of veel groter is bij vv6, is in de rekenfile voor tenminste één van aanwezige toxische stoffen de waarde van de LBW N die gebruikt wordt voor de dosisbenadering kleiner dan de N waarde uit de originele rekenfile. Een lagere N heeft tot gevolg dat de referentiedosis voor het bepalen van de omvang van het GAG ook omlaag gaat. Hierdoor wordt het GAG groter. Stoffen waarbij dit geconstateerd is zijn chloor, acrylonitril en fosgeen. Als daarbovenop ook het ventilatievoud en de latentie toenemen kan het GAG toenemen in omvang ondanks de dosisbenadering. Bedrijf 6 heeft in de rekenfile geen default waarden in de stofeigenschappen. Voor dit bedrijf is niet eenduidig te achterhalen waarom hier het GAG groter is. Bij bedrijf 7 is de GAG vv6 ook groter dan het GAG huidig, maar hier is de LBW N niet kleiner dan de huidige waarde. De bepalende stof bij dit bedrijf is waterstoffluoride. Voor deze stof wordt in Safeti-NL een specifieke modellering toegepast die afwijkt van de andere stoffen. Voor dit bedrijf is daarom ook niet eenduidig te achterhalen waarom hier het GAG vv6 groter is.

3.2 Afkap plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8}

Door de werkgroep is voorgesteld alle aandachtsgebieden af te kappen bij de plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8} /jaar. Tabel 3 laat zien hoe groot het gebied is dat maximaal wordt afgekapt bij het implementeren van dit voorstel. De afkap is het gebied tussen de PR 10^{-8} contour en het betreffende aandachtsgebied. Op basis van de door de werkgroep voorgestelde wijzigingen blijven het brandaandachtsgebied en het explosieaandachtsgebied bij alle drie berekeningen gelijk. Deze zijn dan ook maar één keer vergeleken met de PR 10^{-8} contour. De wijzigingen in rekenmethode zijn enkel van invloed op het gifwolkaandachtsgebied. Voor het aanpassen van het plasbrandaandachtsgebied zijn door de omgevingsdiensten geen gegevens beschikbaar gesteld.

Bij het aflezen van de tabel wordt voor een uitgebreide analyse aanbevolen de afbeeldingen uit bijlage 1 ook bij de analyse te betrekken. In de tabel wordt per bedrijf het volgende weergegeven:

- **Bedrijf:** nummer van het bedrijf
- **Ligging:** de ligging van de PR 10^{-8} contour ten opzicht van de inrichtingsgrens
- **Max. afstand PR 10^{-8} contour tot inrichting-grens:** op enige plek de grootste afstand van de inrichtingsgrens tot aan de PR 10^{-8} contour. Aangezien de contour vaak geen cirkel is, is de afstand variabel. Daarom is gekozen voor de maximale afstand.
- **Afkap huidig / Afkap vv1 / Afkap vv6:** Hier staat de afstand tussen de PR 10^{-8} contour en de buitenste grens van het aandachtsgebied dat afgekapt wordt.

Code	Betekenis
rond	Pr 10 ⁻⁸ deels buiten en deels binnen de inrichtingsgrens
<	PR 10 ⁻⁸ volledig binnen de inrichtingsgrens
>	Volledig buiten inrichtingsgrens ≤ 500 m
>>	Volledig buiten inrichtingsgrens tussen 500 en 1500 m
>>>	Ver buiten inrichtingsgrens ≥ 1500 m
-	AG is kleiner dan PR 10 ⁻⁸
+	Afkap PR 10 ⁻⁸ tussen 0 en 500 m
++	Afkap PR 10 ⁻⁸ tussen 500 en 1000 m
+++	Afkap PR 10 ⁻⁸ > 1000 m

Bedrijf	Ligging	Max. afstand PR 10 ⁻⁸ tot inrichtingsgrens	Afkap huidig [m] t.o.v. PR 10 ⁻⁸			Afkap vv1 t.o.v. PR 10 ⁻⁸	Afkap vv6 t.o.v. PR 10 ⁻⁸
	PR 10 ⁻⁸ [m]	Afgerond [m]	BAG huidig	EAG huidig	GAG huidig	GAG vv1	GAG vv6
1	> inrichting	350	-	+ 70	+++ 6k	+ 20	+ 200
2	> inrichting	300	-	-	+++ 1k	+ 100	+ 500
3	>> inrichting	1100	-	-	+++ 6k	+++ 7,5k	+++ 11k
4	Rond inrichting	150	+ 20	-	+ 30	+ 20	+ 400
5	>> inrichting	550	-	-	+++ 1,5k	++ 1,2k	+++ 3k
6	Rond inrichting	50	+ 20	nvt	geen*	+ 500	++ 1k
7	>> inrichting	1000	-	-	+++ 2k	++ 1k	++ 3k
8	Rond inrichting	100	+ 100	+ 100	nvt	nvt	nvt
9	> inrichting	500	-	+ 200	nvt	nvt	nvt
10	>> inrichting	1100	+++ 2k	++ 700	nvt	nvt	nvt
11	> inrichting	450	-	nvt	+++ 2,5k	-	-
12	>> inrichting	1100	-	nvt	+++ 3k	-	+ 200
13	>> inrichting	900	-	nvt	+++ 2k	+++ 1k	+ 200
14	>>> inrichting	1500	-	nvt	+++ 4k	-	++ 700
15	> inrichting	250	-	nvt	nvt	nvt	nvt
16	> inrichting	150	+ <10	nvt	+++ 4k	+ 50	+ 400
17	>>> inrichting	2500	nvt	nvt	+++ 12k	+++ 8 km	+++ 15k

Bedrijf	Ligging	Max. afstand PR 10 ⁻⁸ tot inrichtingsgrens	Afkap huidig [m] t.o.v. PR 10 ⁻⁸			Afkap vv1 t.o.v. PR 10 ⁻⁸	Afkap vv6 t.o.v. PR 10 ⁻⁸
	PR 10 ⁻⁸ [m]	Afgerond [m]	BAG huidig	EAG huidig	GAG huidig	GAG vv1	GAG vv6
18	>> inrichting	800	-	-	+ 500	-	+ 200
19	< inrichting	0	nvt	nvt	-	nvt	-
20	>>> inrichting	2000	-	-	+ 500	-	+ 300
21	Rond inrichting	100	nvt	nvt	+++ 5k	+ 250	+ 500
22	Rond inrichting	100	nvt	nvt	+++ 2,5k	+ 300	+ 200
23	Rond inrichting	30	+ <10	nvt	+++ 1,5k	+ 250	+ 400
24	> inrichting	70	nvt	nvt	+ 500	+ 200	+ 400
25	>>> inrichting	1500	nvt	nvt	+++ 2,5k	+ 500	+++ 2k
26	Rond inrichting	150	-	nvt	+++ 4,5k	+ 50	+ 500
27	Rond inrichting	25	+ <10	nvt	+ 300	+ 250	+ 500
28	>>> inrichting	1500	nvt	nvt	+++ 4,5k	-	-
29	> inrichting	150	nvt	nvt	+++ 3k	+ 100	++ 600
30	Rond inrichting	25	+ <10	nvt	+ 300	+ 200	+ 500
Leid_1	>> leiding	700	nvt	nvt	-	-	-
Leid_2	> leiding	10	+ <10	nvt	nvt	nvt	nvt
Leid_3	> leiding	40	+ 25	nvt	nvt	nvt	nvt
Aard-gas_1	> leiding	400	+ 185	nvt	nvt	nvt	nvt
Aard-gas_2	> leiding	340	+ 90	nvt	nvt	nvt	nvt
Aard-gas_3	> leiding	70	+ 25	nvt	nvt	nvt	nvt

Tabel 3. Mate van reductie door afkap PR 10⁻⁸.

* Met Safeti_NL 8.5 wordt op basis van het beschikbaar gestelde programma geen GAG berekend vanwege het ontbreken van een LBW30. Uitkomst is op basis van vergelijk met eerder berekende GAG (project 2018)

Tabel 3 laat zien dat bij negen bedrijven de PR 10⁻⁸ contour deels buiten en deels binnen de inrichtingsgrens ligt. Dit betekent dat bij een afkap bij de PR 10⁻⁸ contour een deel van de omgeving buiten de inrichtingsgrens niet beoordeeld wordt in het kader van het groepsrisico. Bij acht bedrijven ligt de PR 10⁻⁸ contour volledig buiten de inrichtingsgrens met een afstand variërend tussen de 70 en 500 meter. De beschouwing van het groepsrisico reikt bij een afkap

dan tot maximaal deze afstand. In zeven gevallen ligt de PR 10^{-8} contour volledig buiten de inrichtingsgrens met een afstand variërend tussen de 500 en 1500 meter. In sommige van deze gevallen is de afkap van het GAG meerdere kilometers. In vijf gevallen ligt de PR 10^{-8} contour volledig buiten de inrichtingsgrens met een afstand groter dan de 1500 meter afkap die nu geldt voor GAG. Bij de buisleidingen is het brandaandachtsgebied groter dan de PR 10^{-8} contour. Dit betekent dat bij een afkap een deel van het te beschouwen gebied kleiner wordt.

4 Conclusie

De werkgroep heeft verbetervoorstellen gedaan voor het berekenen van aandachtsgebieden. Dit voorstel is door het RIVM beoordeeld en zij zijn gekomen tot een aangepast voorstel voor het berekenen van het gifwolkaandachtsgebied. Op basis van een representatieve steekproef van 30 bedrijven en een drietal buisleidingen is een consequentieonderzoek uitgevoerd op basis van de verbetervoorstellen van de werkgroep en die van het RIVM.

Het verbetervoorstel vanuit de werkgroep heeft betrekking op een aantal onderwerpen:

- Vrij spreidende plas van brandbare vloeistoffen;
- Gifwolkaandachtsgebied;
- PGS 15 loodsen;
- Afkappen van een aandachtsgebied.

Vrij spreidende plas

De in het rekenmodel theoretisch vrij spreidende vloeistofplas kan tot plassen leiden die in de praktijk waarschijnlijk een andere vorm of omvang hebben. In het rekenmodel is de omvang van de plas meer in lijn met de praktijk te brengen door een bund toe te voegen of door een zelf gedefinieerde vloeistofplas toe te voegen in het rekenmodel. De uitstroming van de vloeistof komt daarmee beter overeen met de verspreiding van de vloeistof in de praktijk. Hierdoor zal deze kleiner zijn dan de theoretische vrij spreidende plas. Doordat de plas kleiner van omvang is zal bij brand de warmtestraling minder ver reiken en daarmee zal ook het brandaandachtsgebied, kleiner worden. Deze aanpassingen zijn beschreven in de handleiding risicoberekeningen Bevi. Een aanpassing van het stappenplan is hiervoor niet noodzakelijk

Gifwolkaandachtsgebied

Door de werkgroep is voor het gifwolkaandachtsgebied het voorstel gedaan deze te berekenen op basis van een dosis en niet zoals nu in het stappenplan op basis van een concentratie van de vrijgekomen giftige stof. Door uit te gaan van de dosis wordt de blootstellingsduur, en daarmee de lengte van het scenario ook van belang voor het GAG. De afstanden van het GAG zullen daarmee in basis kleiner uitvallen. Echter door verschillen in de Probit N in de huidige rekenfile en de LBW30 N die gebruikt is voor de dosis benadering in combinatie met de grotere ventilatievoud en latentie (zoals voorgesteld door het RIVM) kan het voorkomen dat bij een aantal stoffen het GAG groter wordt berekend dan met de huidige methodiek.

PGS 15 opslagloodsen

Door het RIVM zijn voor de PGS 15 opslagloodsen tabellen opgesteld met vaste afstanden voor het GAG voor zowel toxische verbrandingsproducten als voor onverbrand product. Hierbij is onder andere rekening gehouden met de dosisbenadering voor het GAG. Op basis van deze nieuwe methodiek kan gesteld worden dat over het algemeen het GAG op basis van de dosisbenadering kleiner is dan het huidige GAG. Dit geldt zowel voor het voorstel van de werkgroep als voor die met de aangepaste parameters van het RIVM. Echter voor PGS 15 opslagen waar in de huidige berekening uitgegaan is van relatief weinig of geen stikstof, kan het GAG op basis van de nieuwe afstandstabellen groter uitvallen.

Afkappen aandachtsgebied

Door de werkgroep is tot slot het voorstel gedaan alle aandachtsgebieden af te kappen bij de PR 10^{-8} contour. Een afkap op basis van een vaste afstand geeft een meer robuust resultaat. Deze is minder gevoelig voor wijzigingen binnen de inrichting. Op basis van de afkap van de aandachtsgebieden bij de PR 10^{-8} contour is het niet altijd duidelijk welke effecten van toepassing zijn binnen dat gebied en of de maatregelen van invloed zijn op het juiste effect. Een nader onderzoek van de effecten is hiervoor dan noodzakelijk. Niet alle bedrijven hebben een PR 10^{-8} contour die volledig buiten de inrichtingsgrens ligt. Ook kan de PR 10^{-8} contour relatief dicht bij de inrichtingsgrens liggen. Dit betekent dat bij in sommige gevallen geen rekening gehouden wordt met of slechts beperkt rekening gehouden wordt met het groepsrisico. Daartegenover zijn er ook PR 10^{-8} contouren die meer dan 1500 meter van de inrichtingsgrens liggen. Dit kan gifwolkaandachtsgebieden geven die groter zijn dan de huidige afkap bij 1,5 km.











Voor buisleidingen geldt dat er per buisleiding één specifieke stof door heen gaat. Voor bijvoorbeeld aardgasleidingen betekent dit dan ook dat enkel sprake is van een brandaandachtsgebied. Hierdoor geldt dat de PR 10^{-8} -contour wel robuust is en gekoppeld is aan het brandaandachtsgebied en dat je weet welke effecten van toepassing zijn binnen de contour.

Referenties

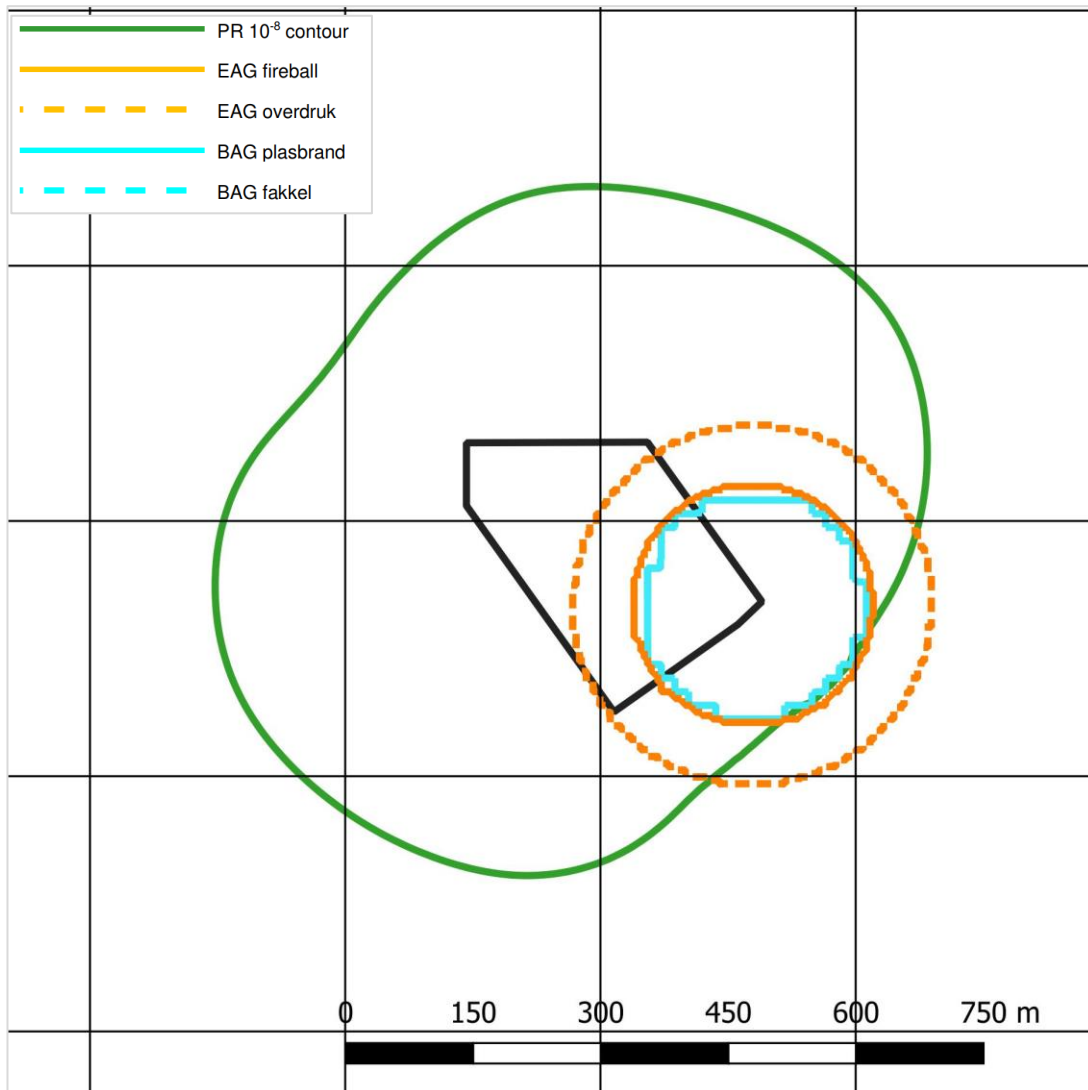
1. RIVM 2022 Handboek Omgevingsveiligheid, Stappenplan bepalen aandachtsgebieden.
www.rivm.nl/omgevingsveiligheid/handboek/stappenplannen/bepalen-afstanden-en-gebieden/aandachtsgebieden
2. RIVM 2022 Advies aandachtsgebieden
Beschouwing van voorstel alternatieve benadering voor de berekening van aandachtsgebieden
RIVM-briefrapport 2022-0012
3. RIVM 2022 Brief Parameters voor het berekenen van Gifwolkaandachtsgebieden datum 2 september 2022
4. RIVM 2022 Brief Vervolg op rapport Advies aandachtsgebieden Datum 26 april 2022 kenmerk 2022-0020/VLH
5. RIVM 2021 Handleiding risicoberekeningen Bevi Versie 4.3 gedateerd 1 januari 2021
6. RIVM 2022 Memo Aandachtsgebieden PGS 15 opslagen Datum 10 november 2022
7. RIVM 2021 Interventiewaarden voor incidentbestrijding: interventiewaarden, stofdocumenten en handleiding december 2021
[Interventiewaarden voor incidentbestrijding: interventiewaarden, stofdocumenten en handleiding december 2021 \(rivm.nl\)](http://www.rivm.nl/omgevingsveiligheid/handboek/stappenplannen/bepalen-afstanden-en-gebieden/aandachtsgebieden)

Bijlage 1 Overzicht contouren

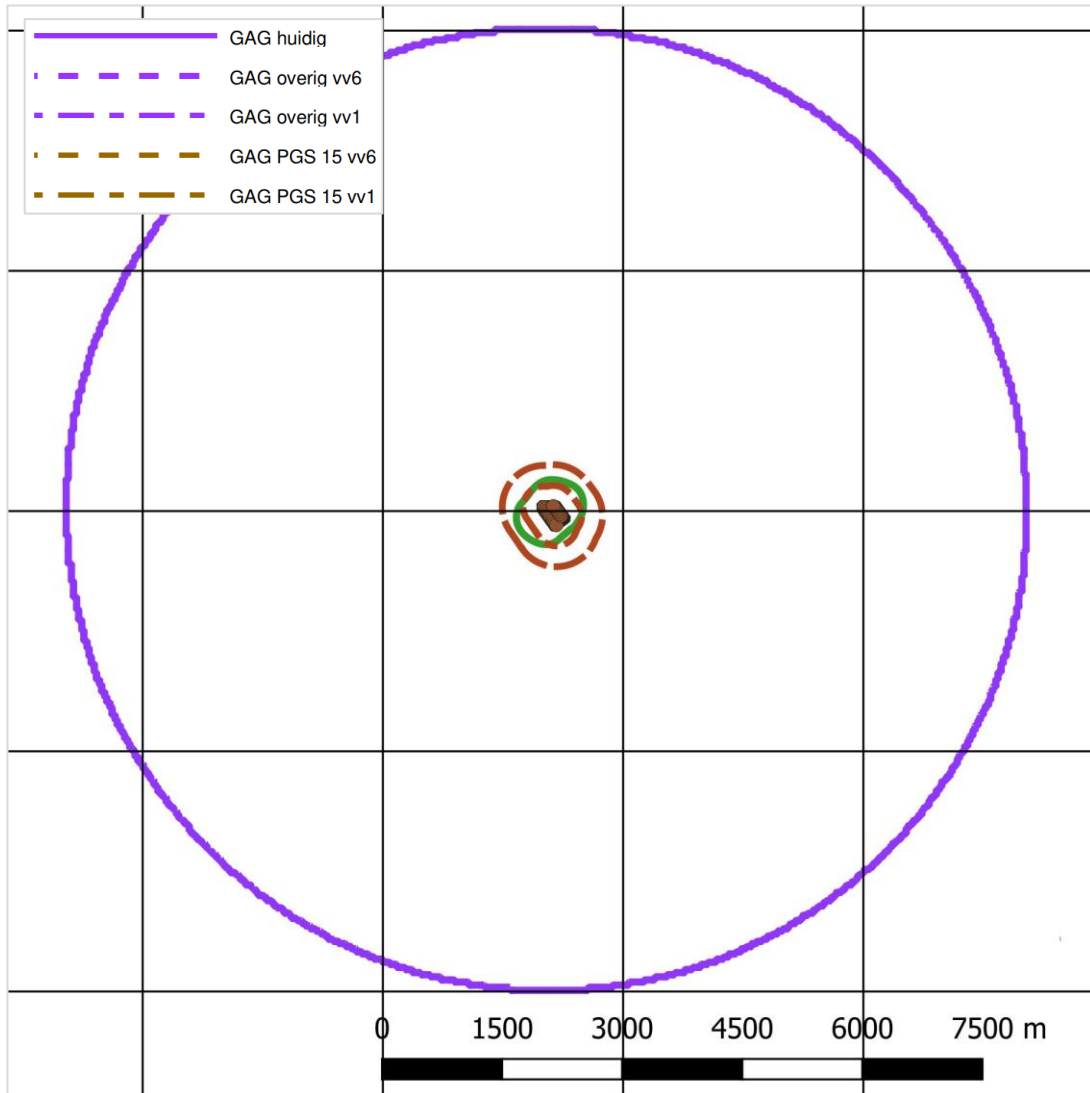
De figuren hieronder tonen de resultaten van de berekeningen. Hierbij wordt per bedrijf (indien van toepassing) een figuur getoond waarin de inrichtingsgrens, de plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8} , de brandaandachtsgebieden (fakkels en plasbrand) en het explosieaandachtsgebied (warmtestraling en overdruk) zichtbaar zijn. Daarnaast wordt voor datzelfde bedrijf een figuur getoond waarop de inrichtingsgrens, de plaatsgebonden risicocontour PR 10^{-8} , en de gifwolkaandachtsgebieden (PGS 15 en overig) getoond. De nummering van de bedrijven komt overeen met de nummering in tabel 2 en 3. Hieronder de uitgebreide legenda.

	PR 10^{-8} contour
	Explosieaandachtsgebied fireball
	Explosieaandachtsgebied overdruk
	Brandaandachtsgebied plasbrand
	Brandaandachtsgebied fakkel
	Gifwolkaandachtsgebied huidig
	Gifwolkaandachtsgebied overig vv6
	Gifwolkaandachtsgebied overig vv1
	Gifwolkaandachtsgebied PGS 15 vv6
	Gifwolkaandachtsgebied PGS 15 vv1

Bedrijf 1

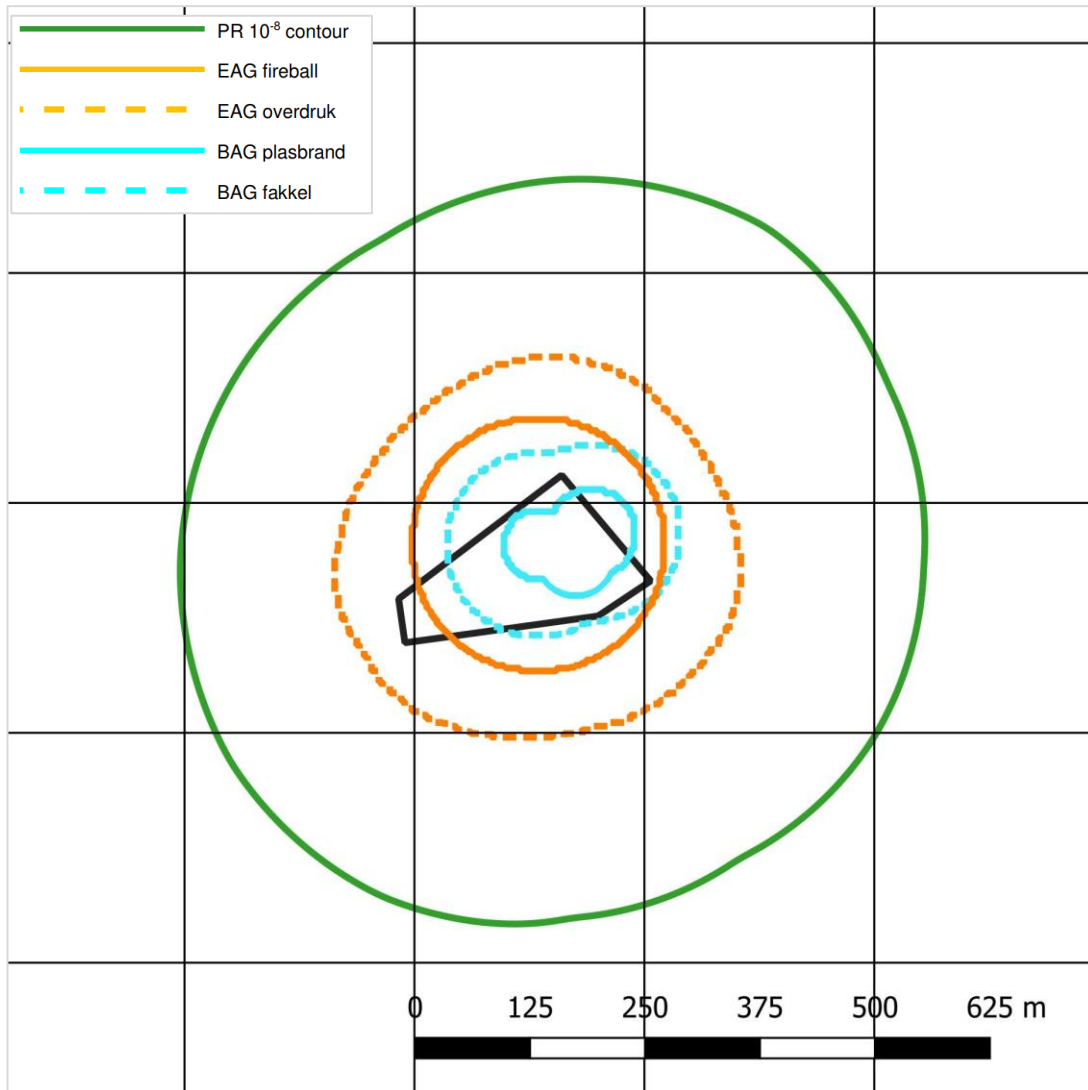


Figuur 3. bedrijf 1: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

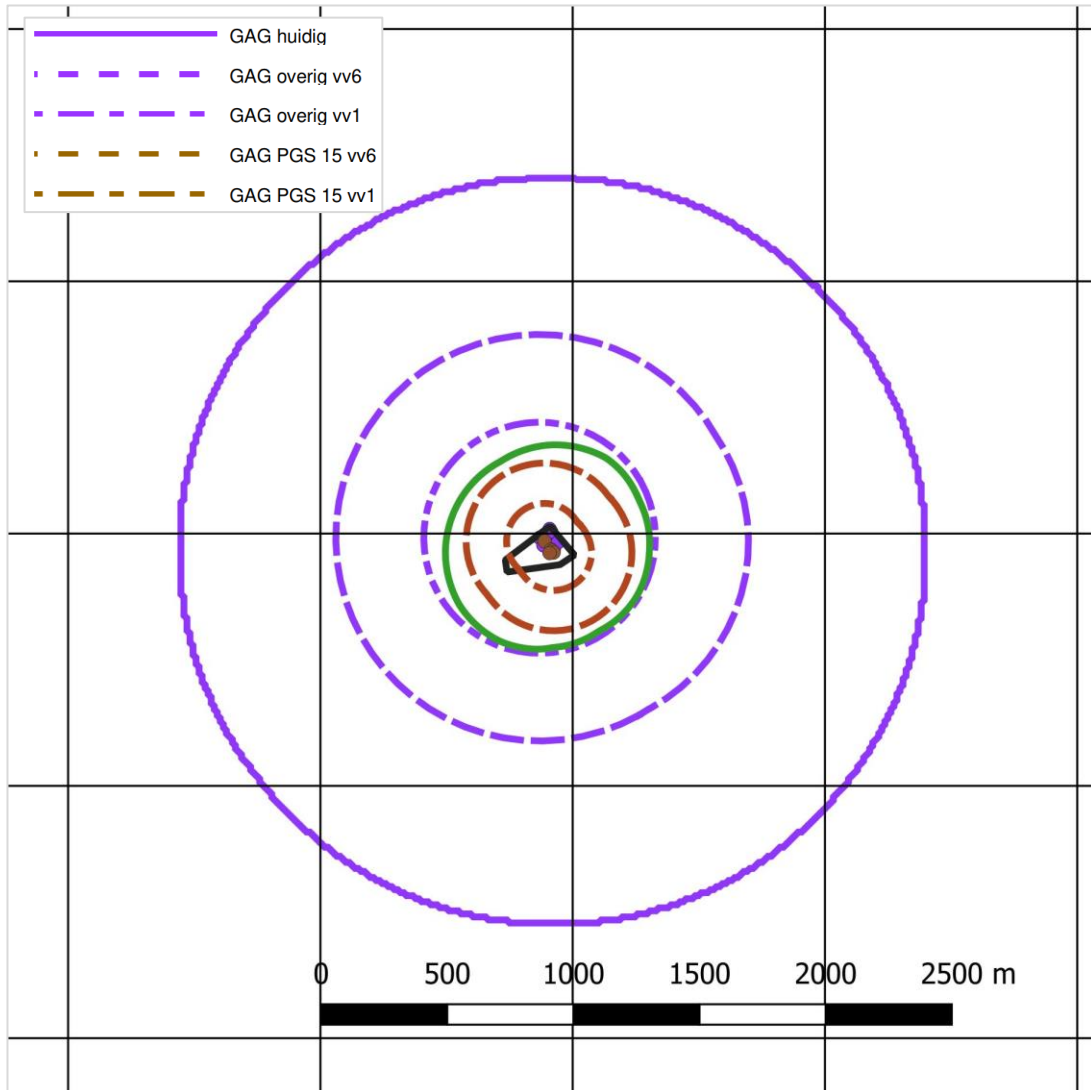


Figuur 4. Bedrijf 1: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 2

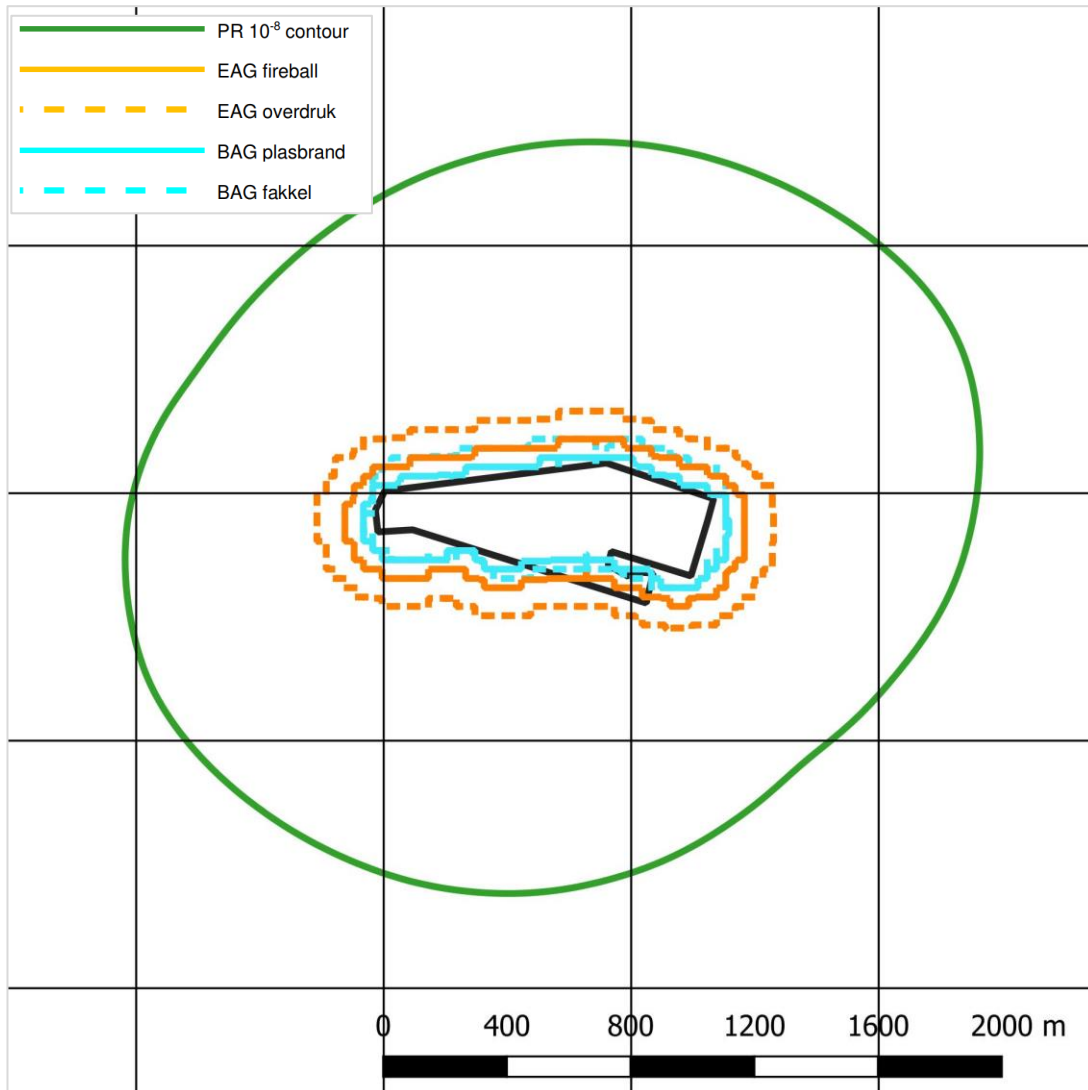


Figuur 5. bedrijf 2: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

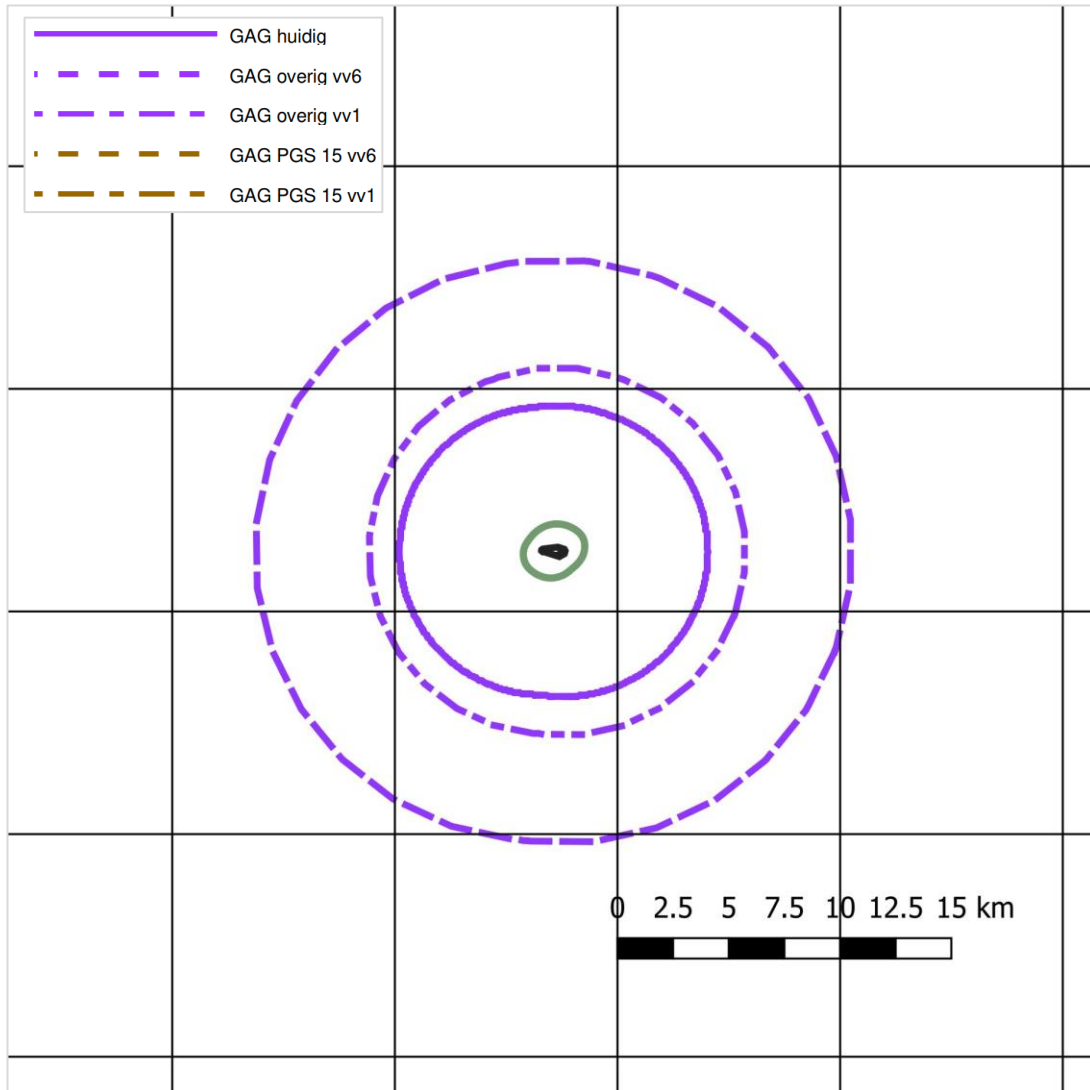


Figuur 6. Bedrijf 2: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 3

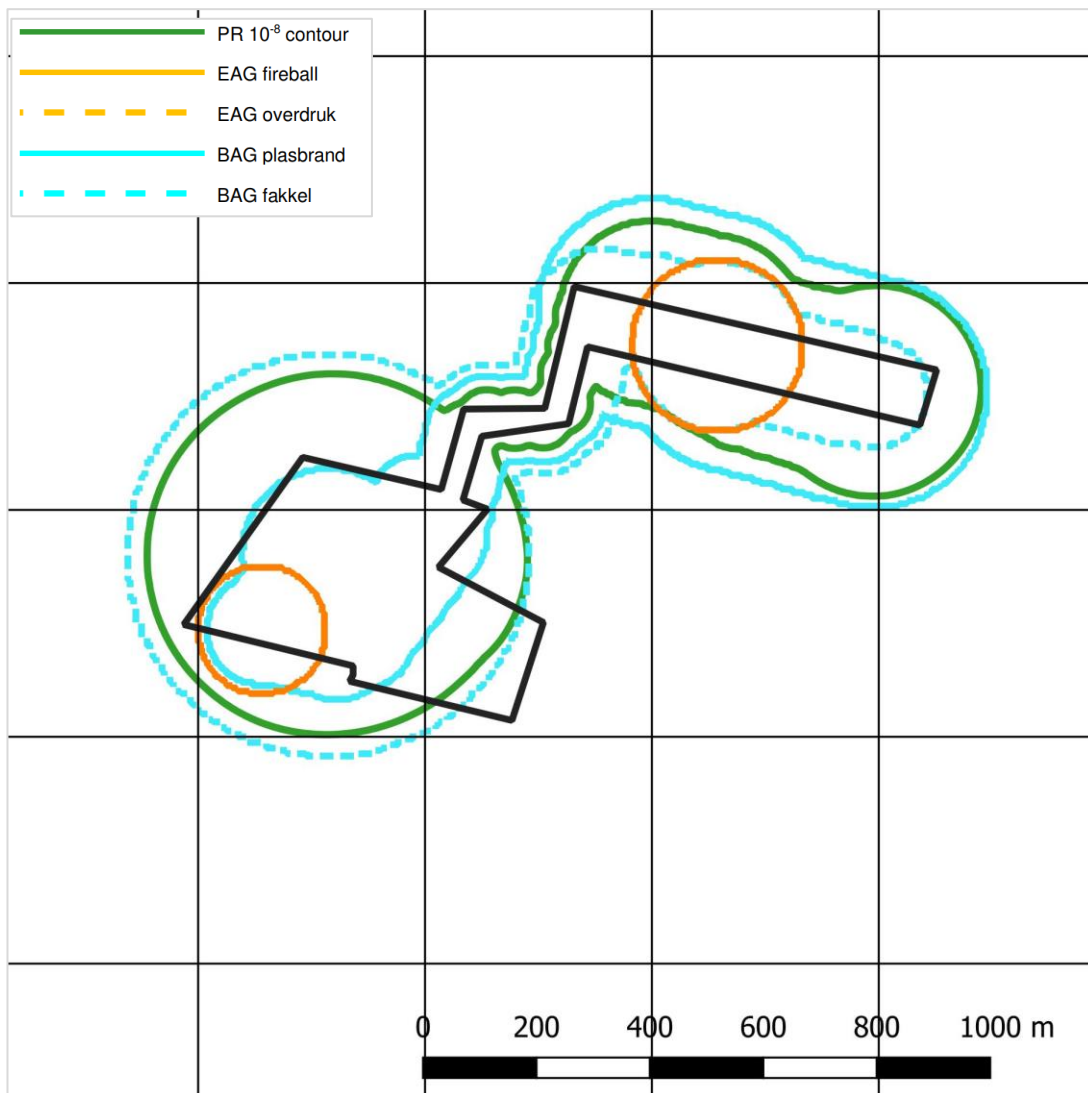


Figuur 7. bedrijf 3: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

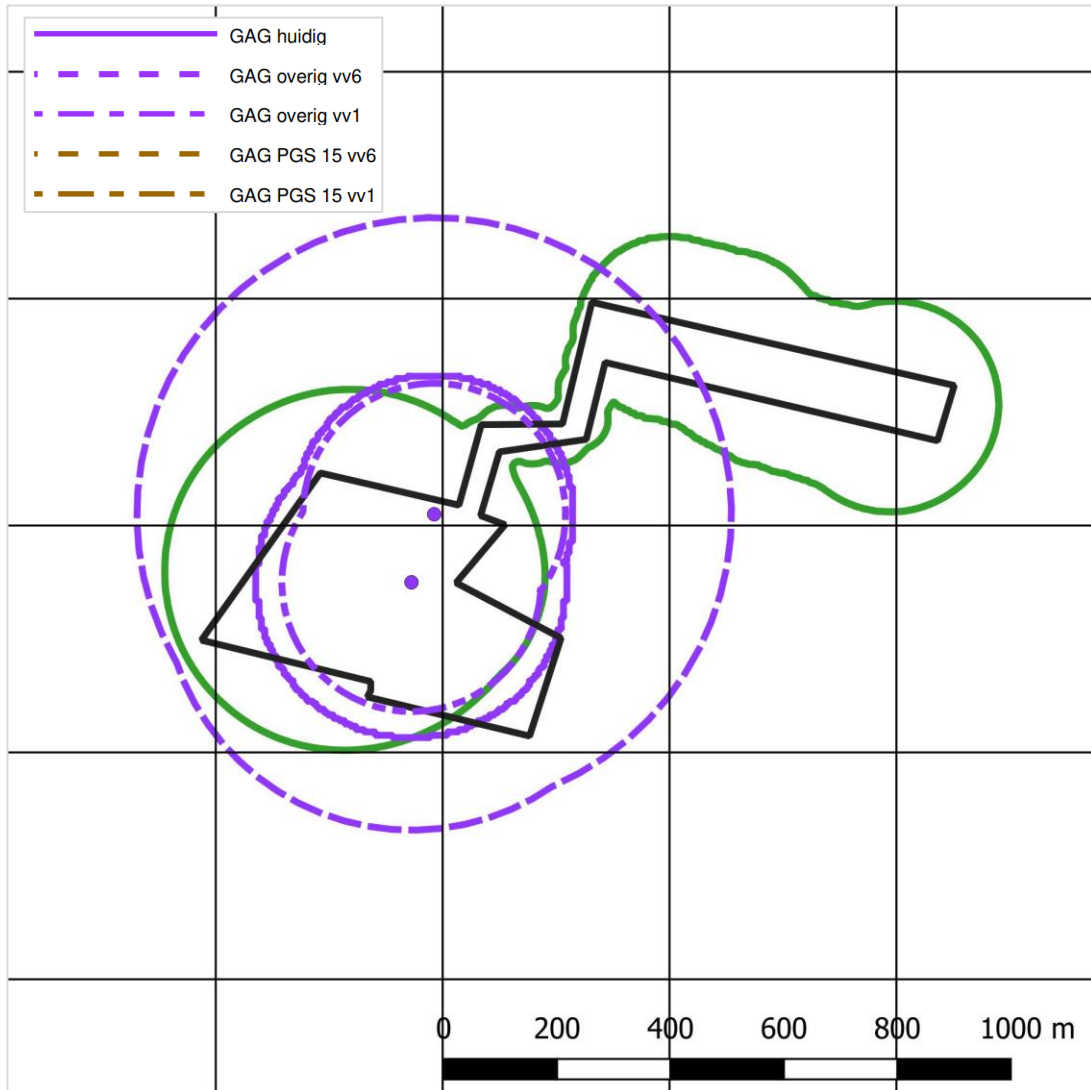


Figuur 8. Bedrijf 3: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 4

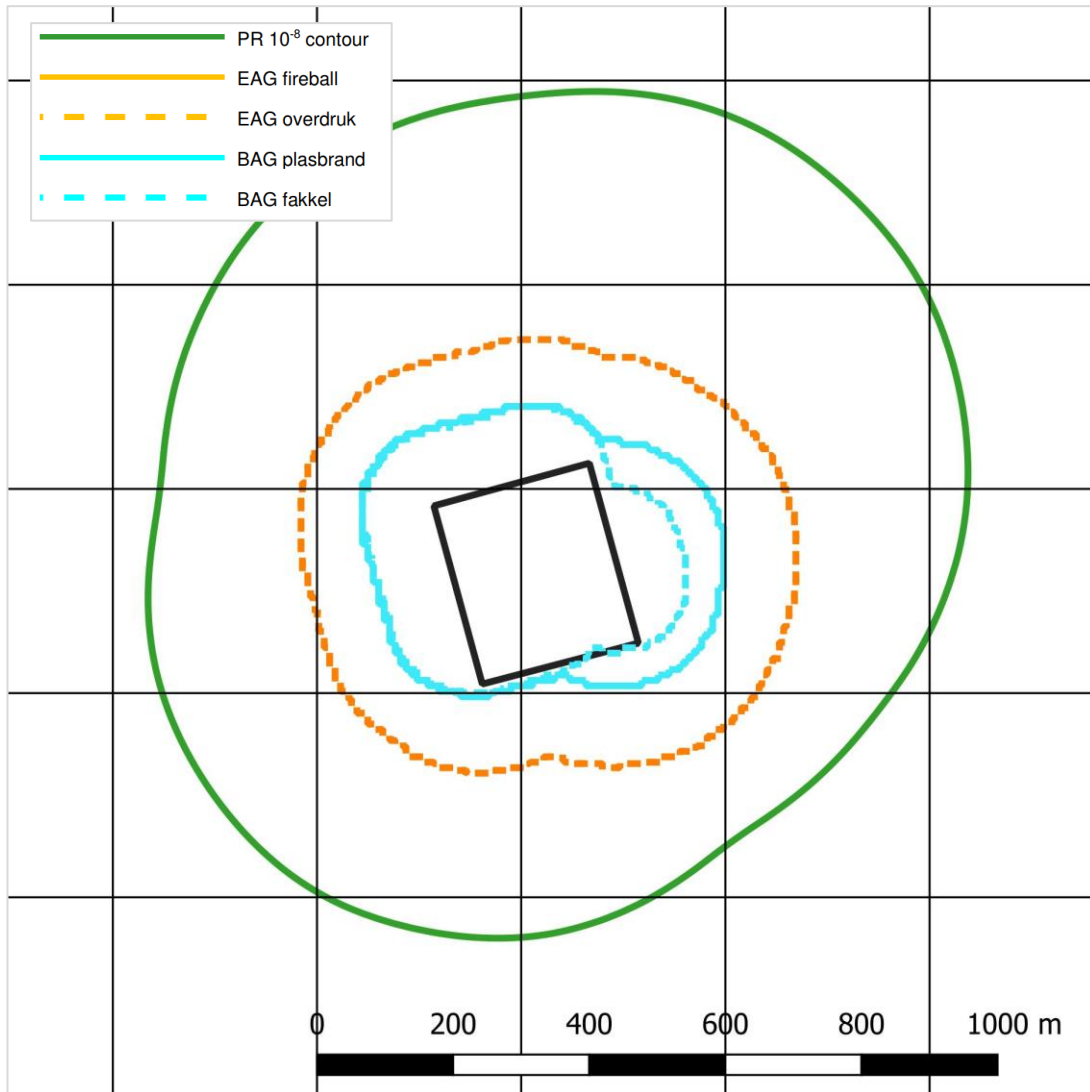


Figuur 9. bedrijf 4: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

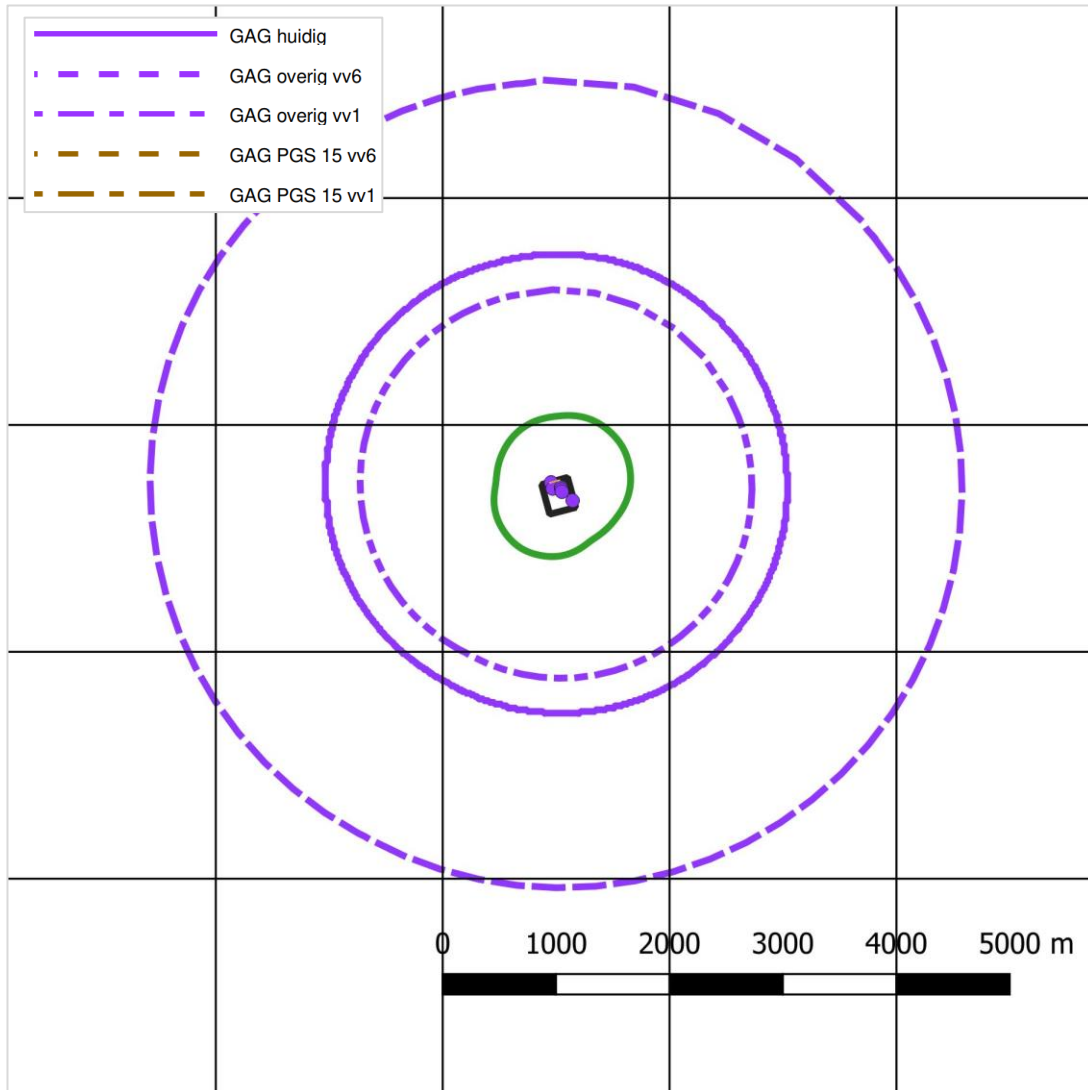


Figuur 10. Bedrijf 4: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 5

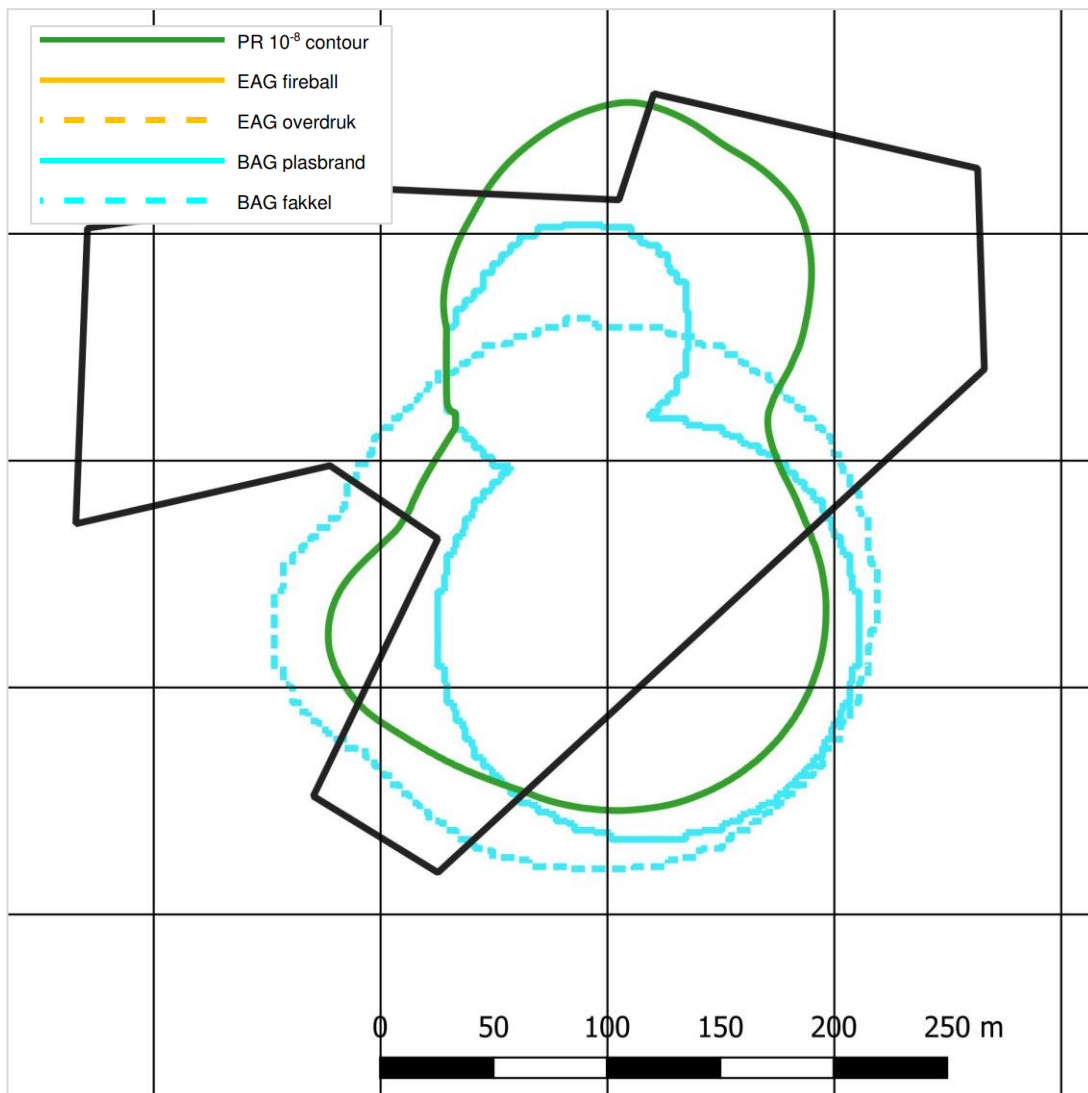


Figuur 11. bedrijf 5: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

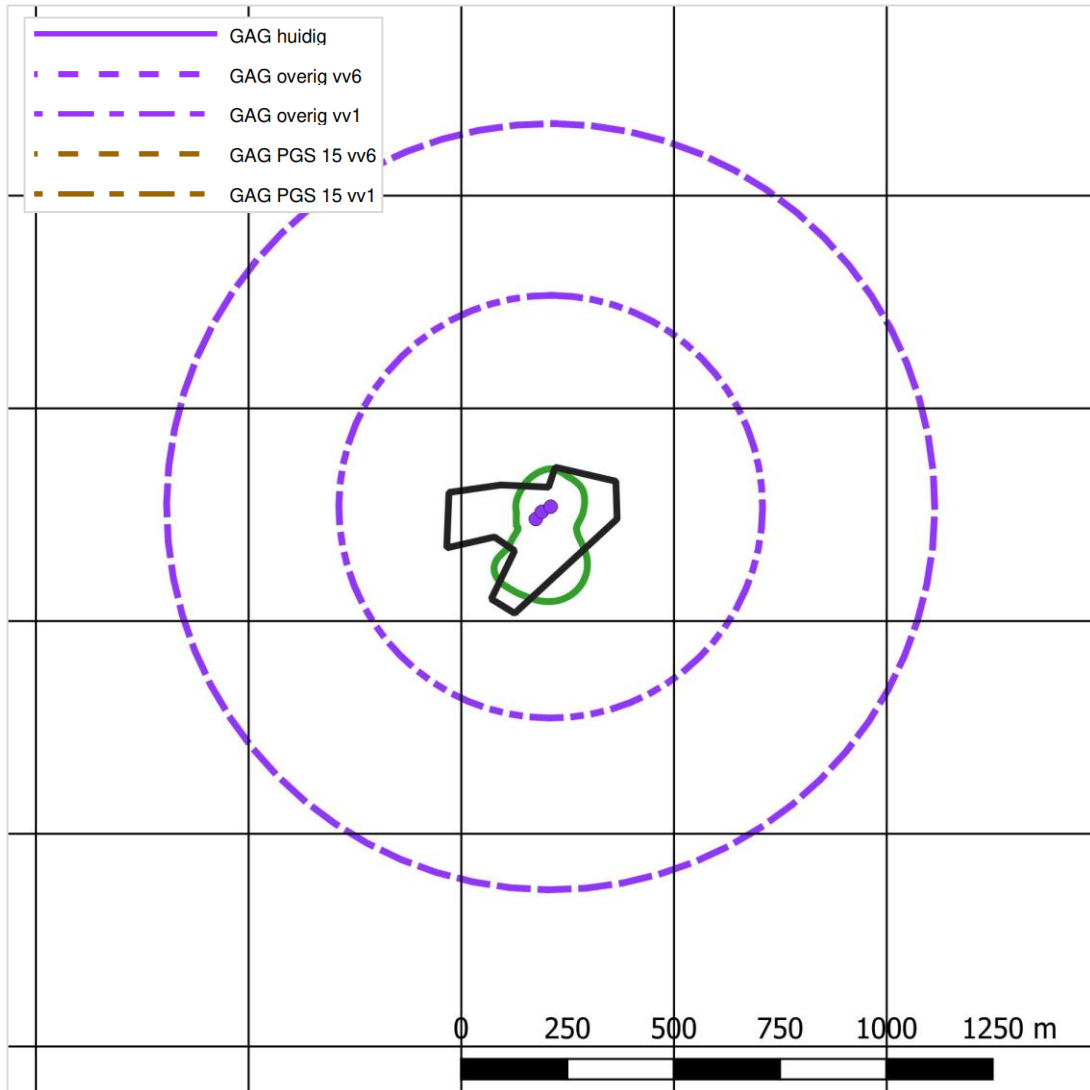


Figuur 12. Bedrijf 5: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 6

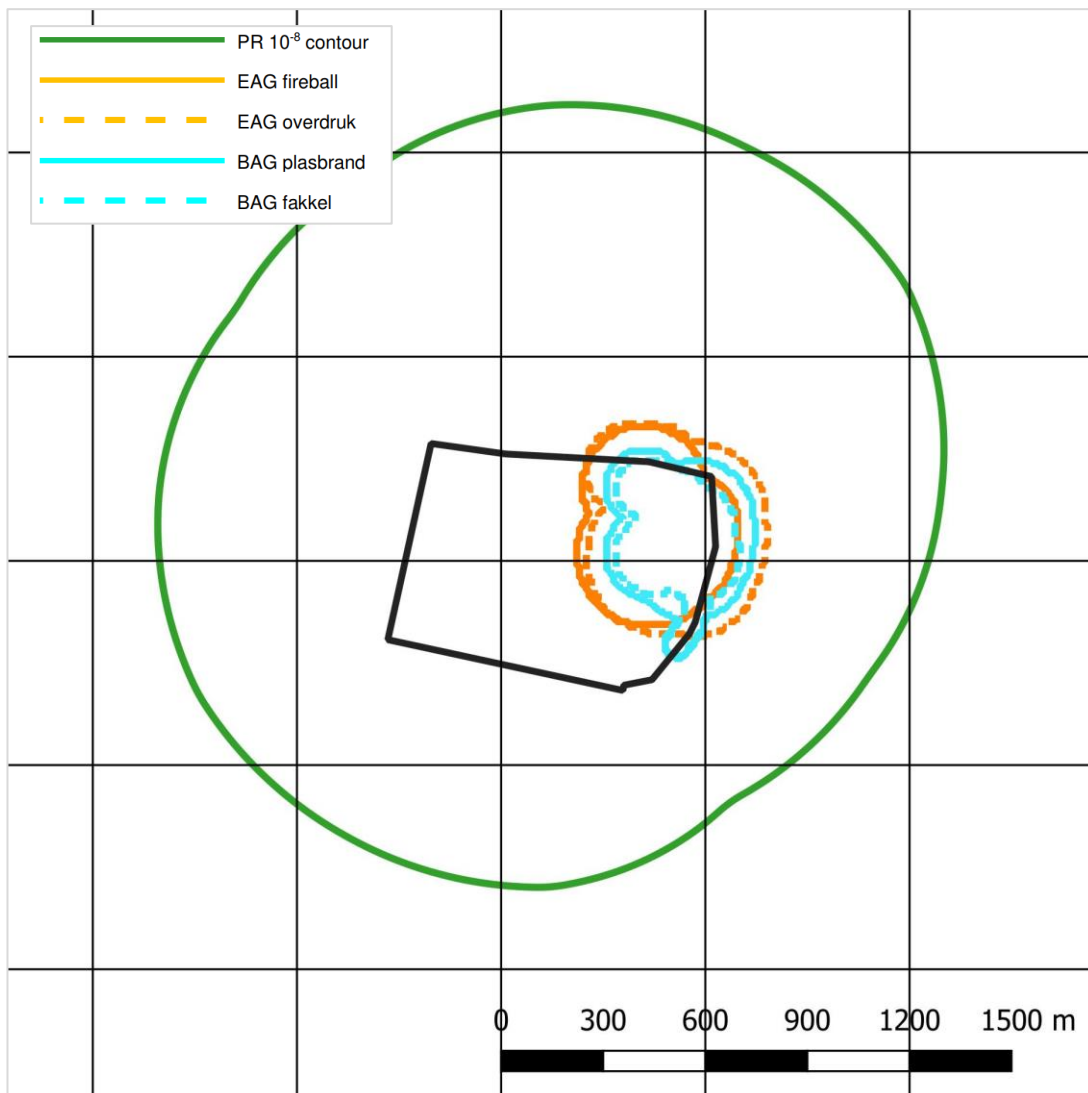


Figuur 13. bedrijf 6: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

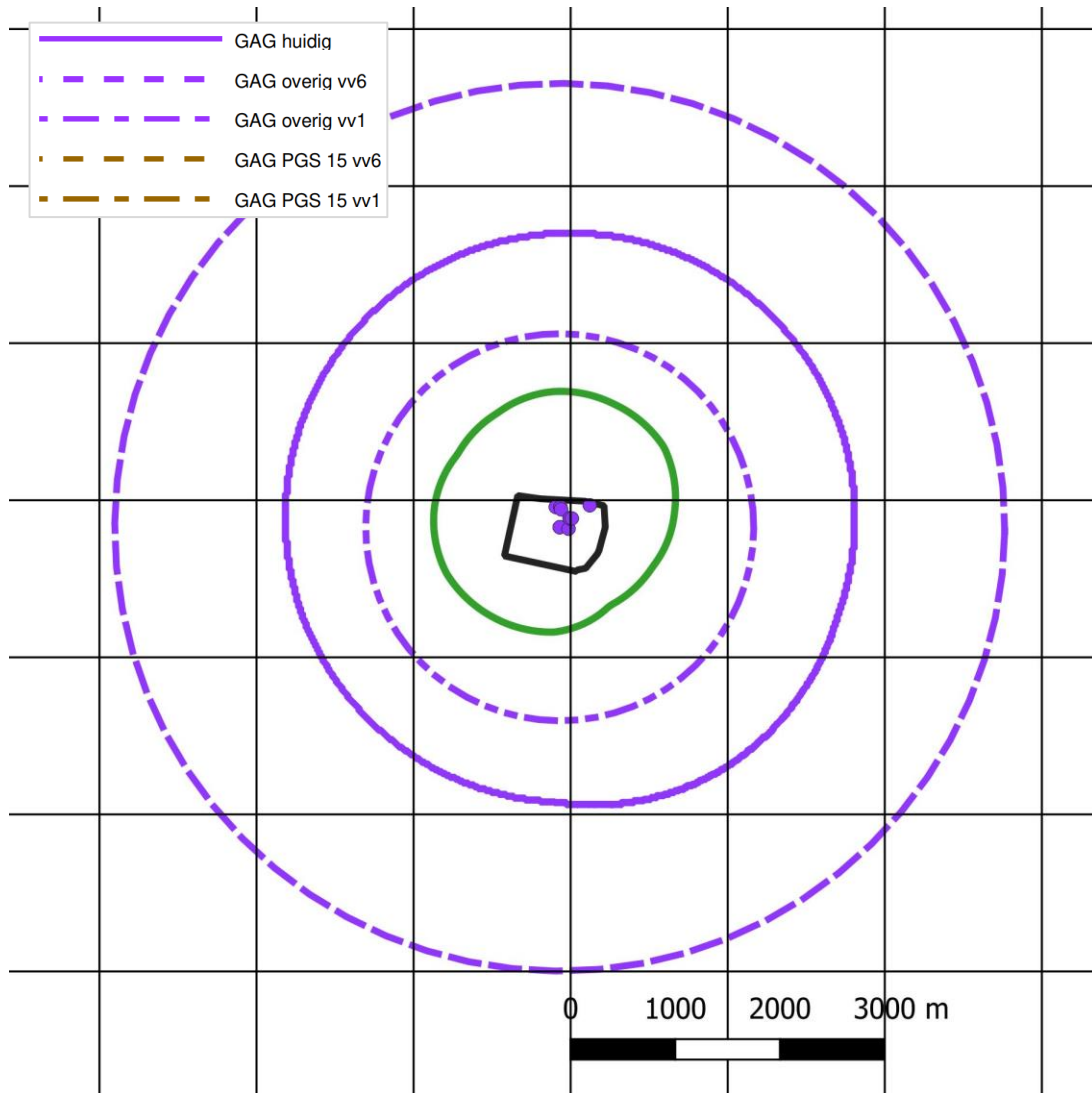


Figuur 14. Bedrijf 6: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 7

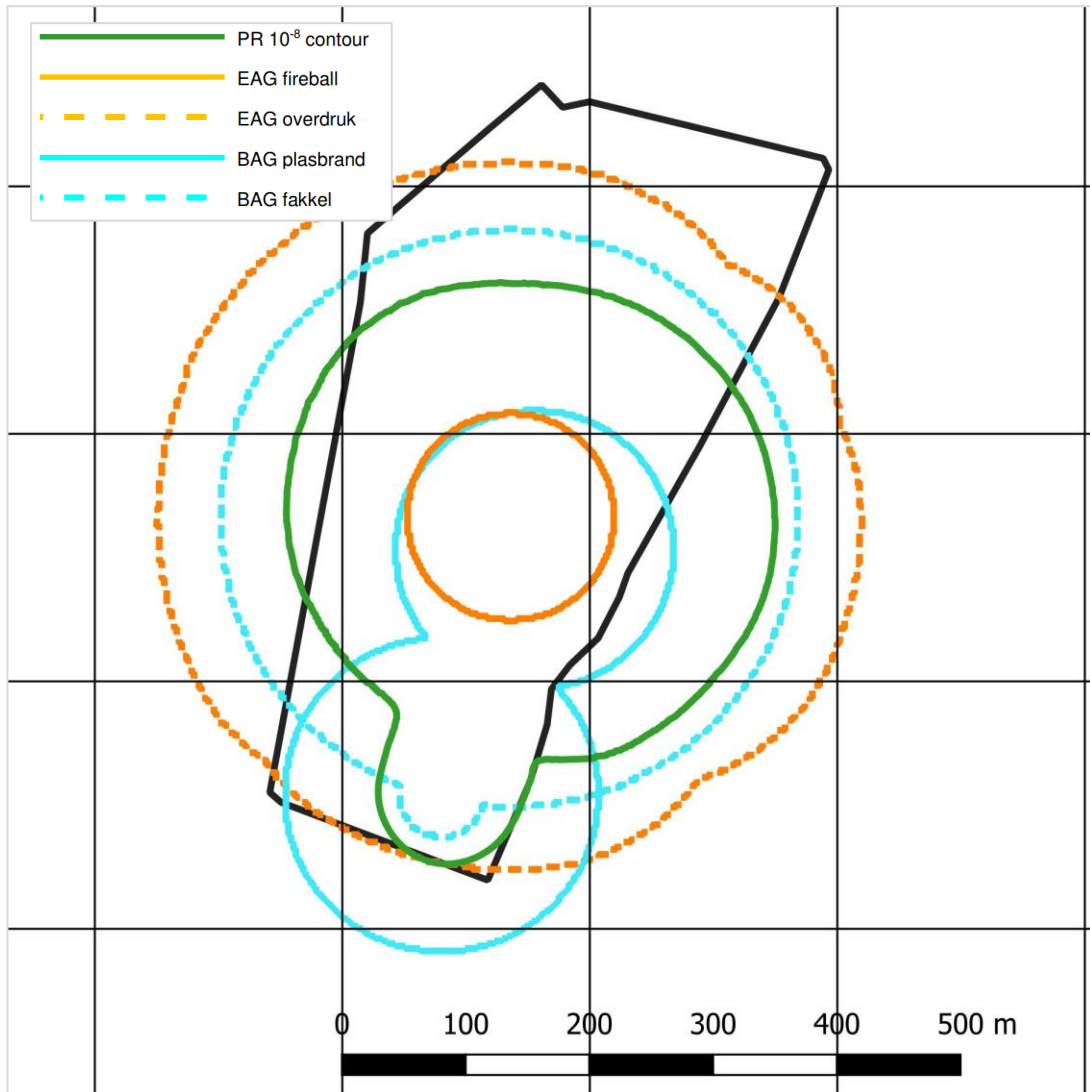


Figuur 15. bedrijf 7: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



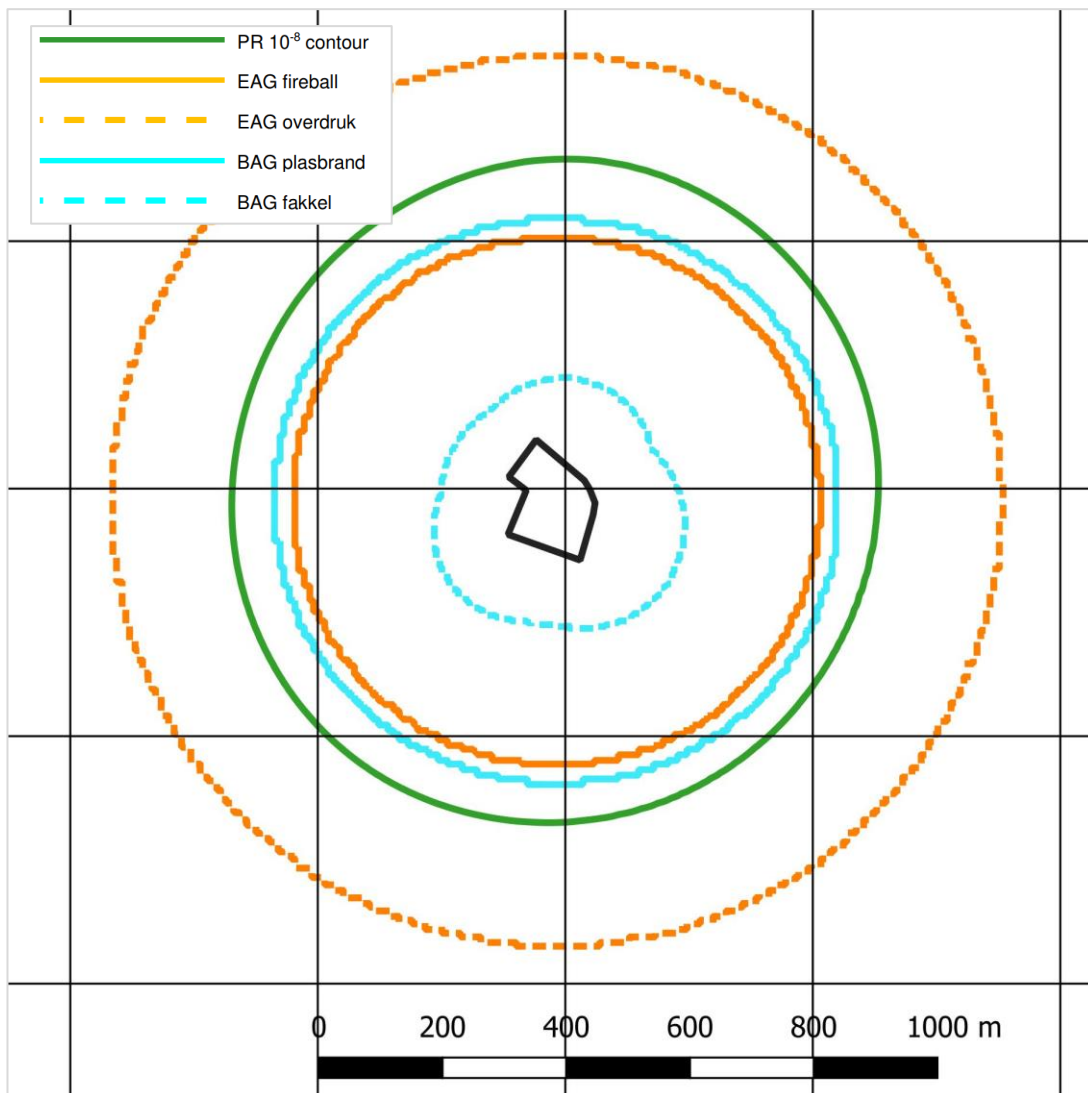
Figuur 16. Bedrijf 7: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 8



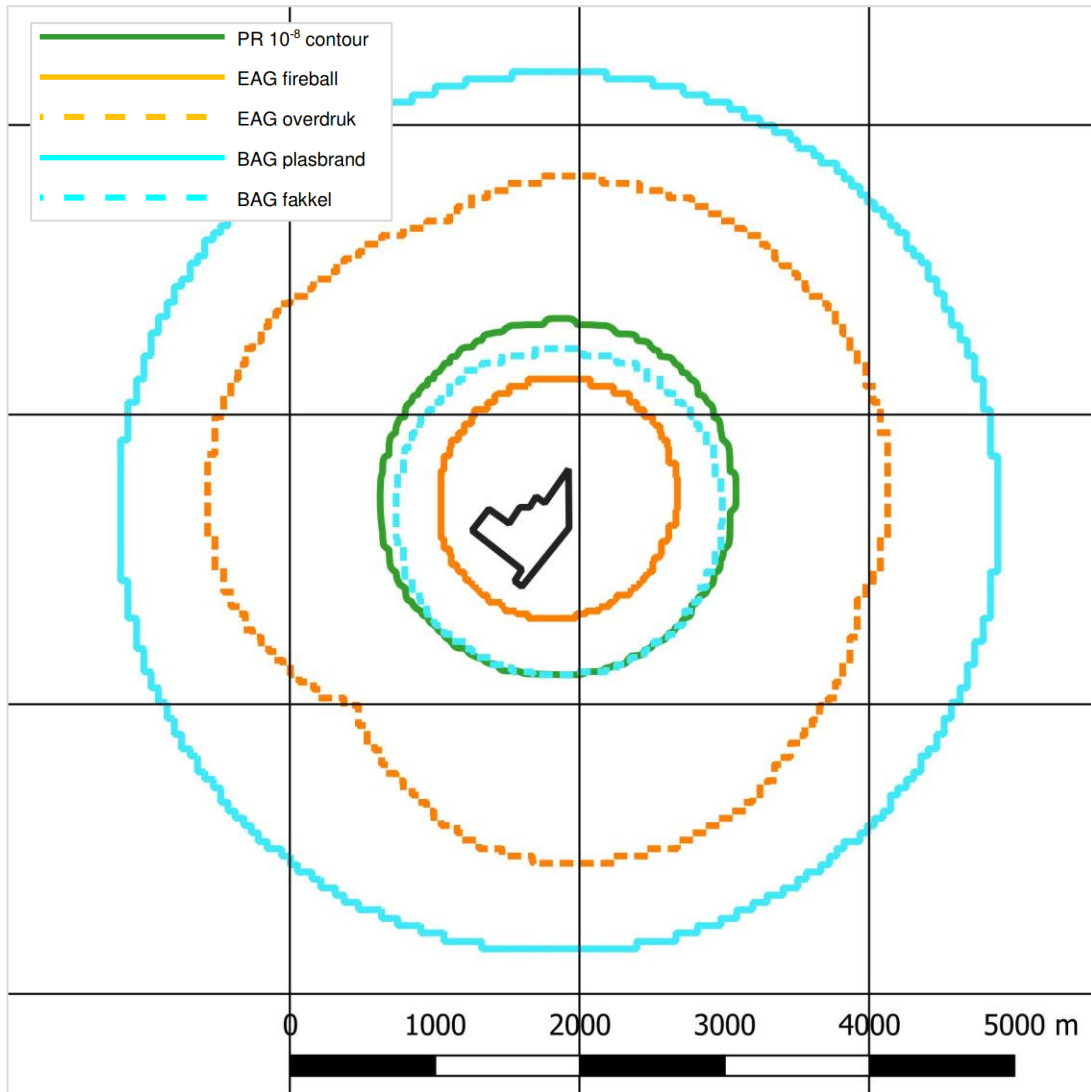
Figuur 17. bedrijf 8: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

Bedrijf 9



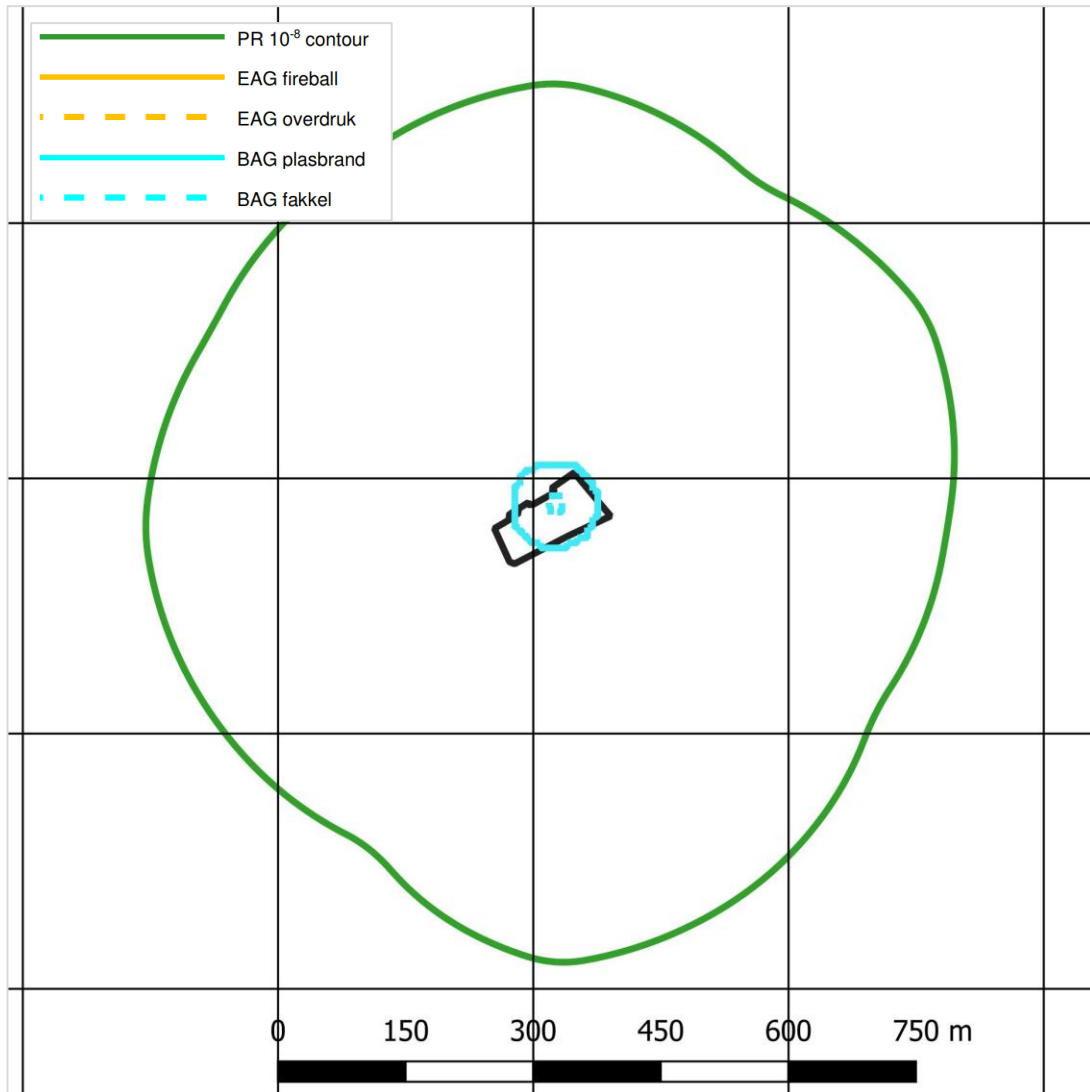
Figuur 18. bedrijf 9: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

Bedrijf 10

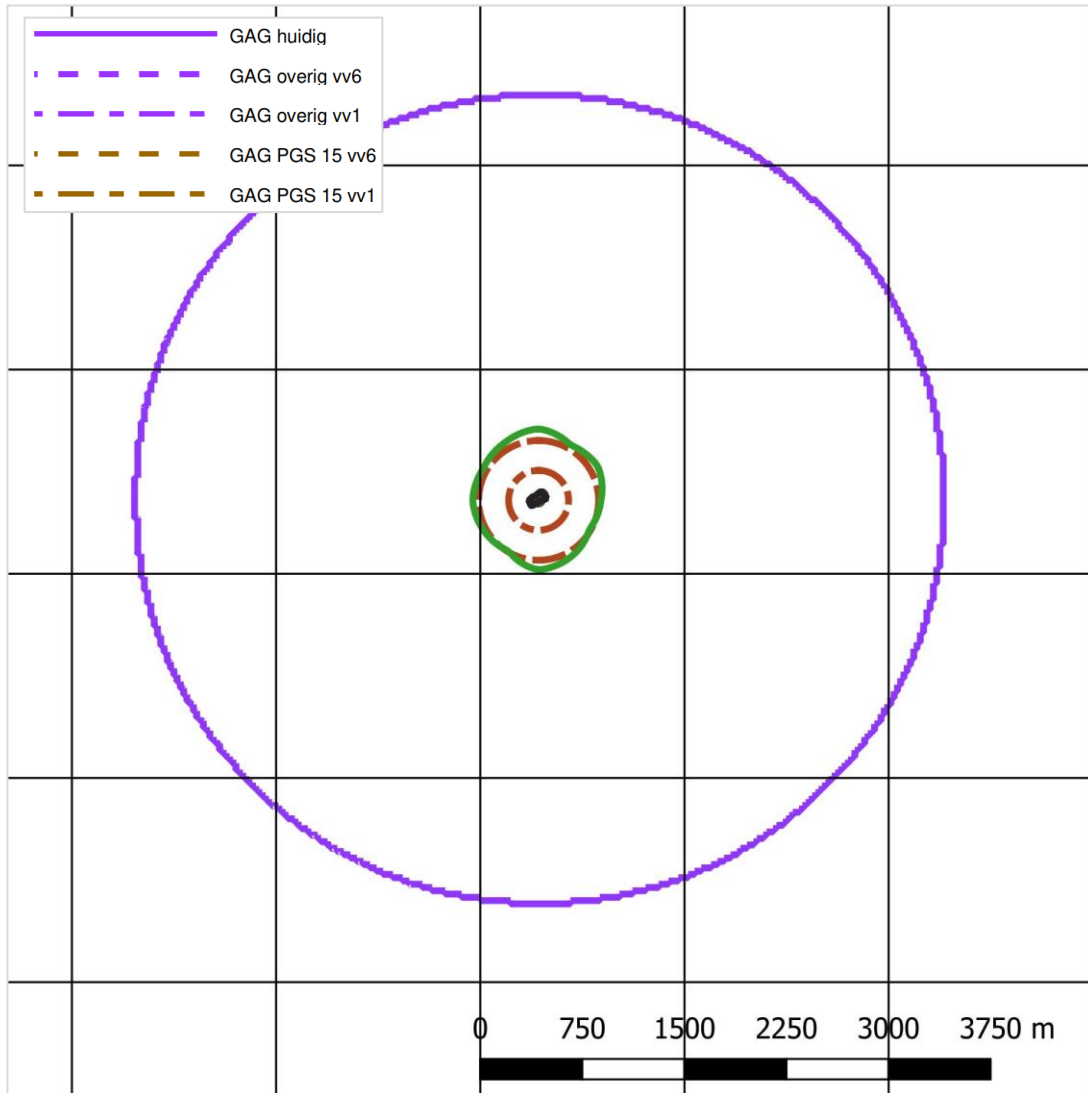


Figuur 19. bedrijf 10: PR 10^{-8} contour, Bag en EAG

Bedrijf 11

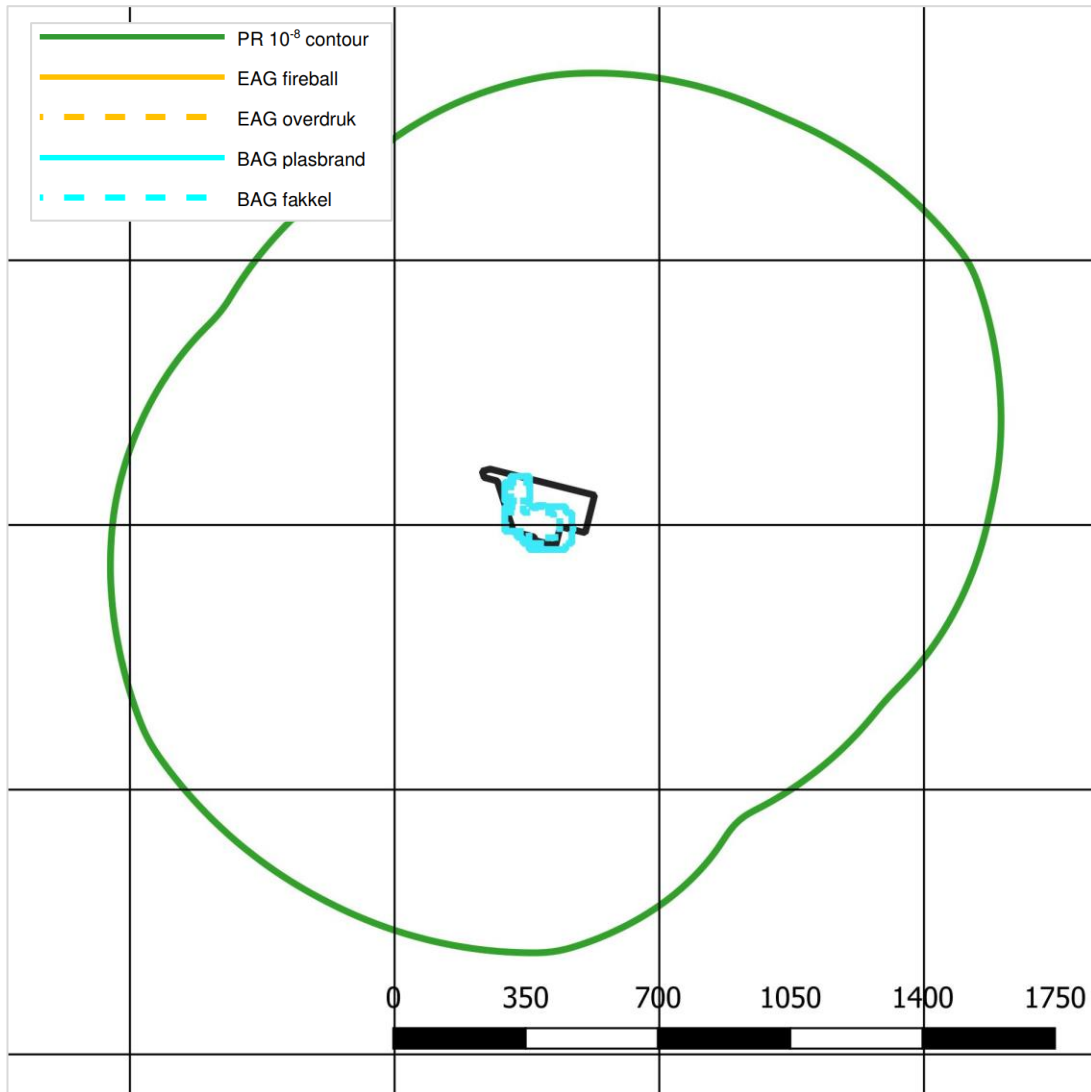


Figuur 20. bedrijf 11: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

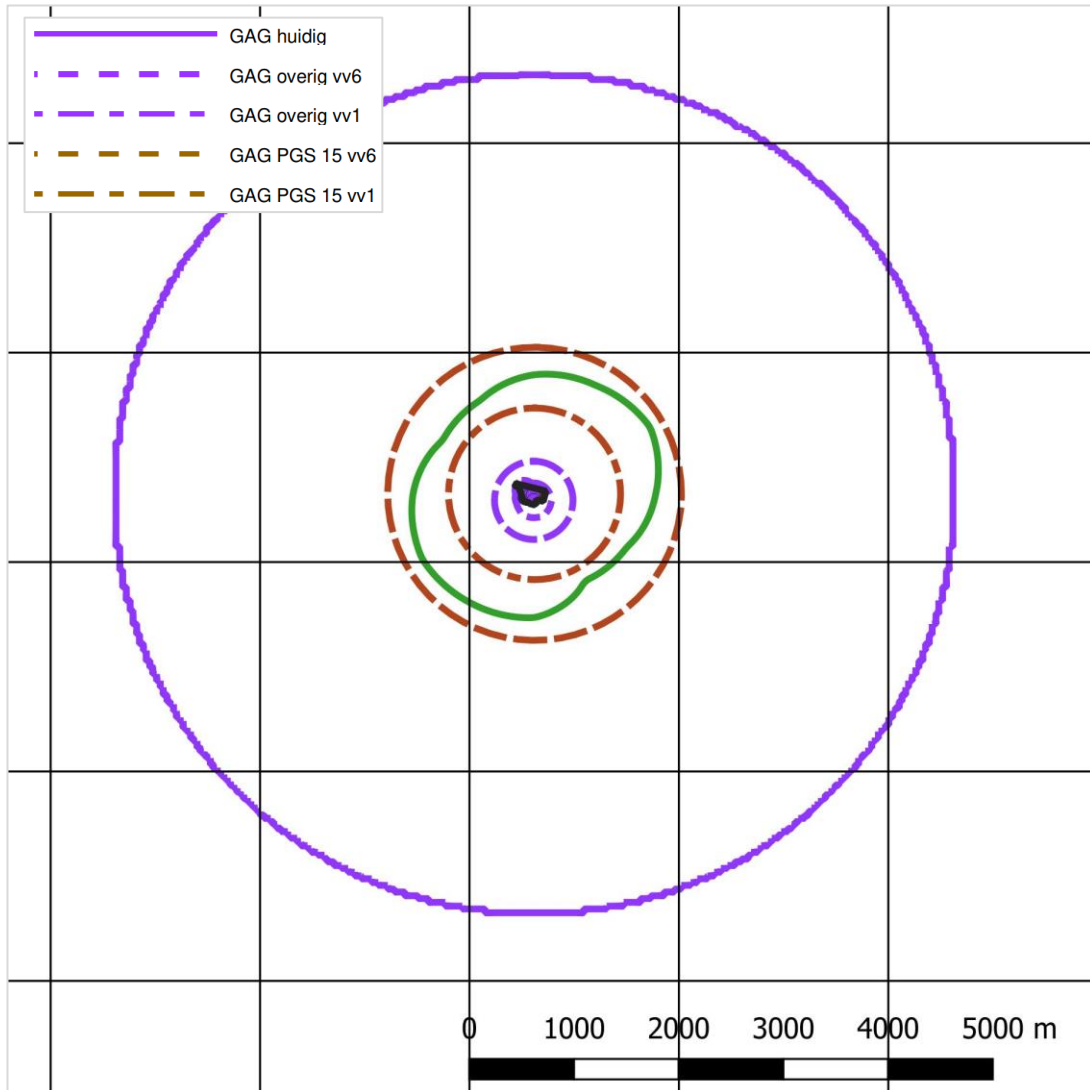


Figuur 21. Bedrijf 11: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 12

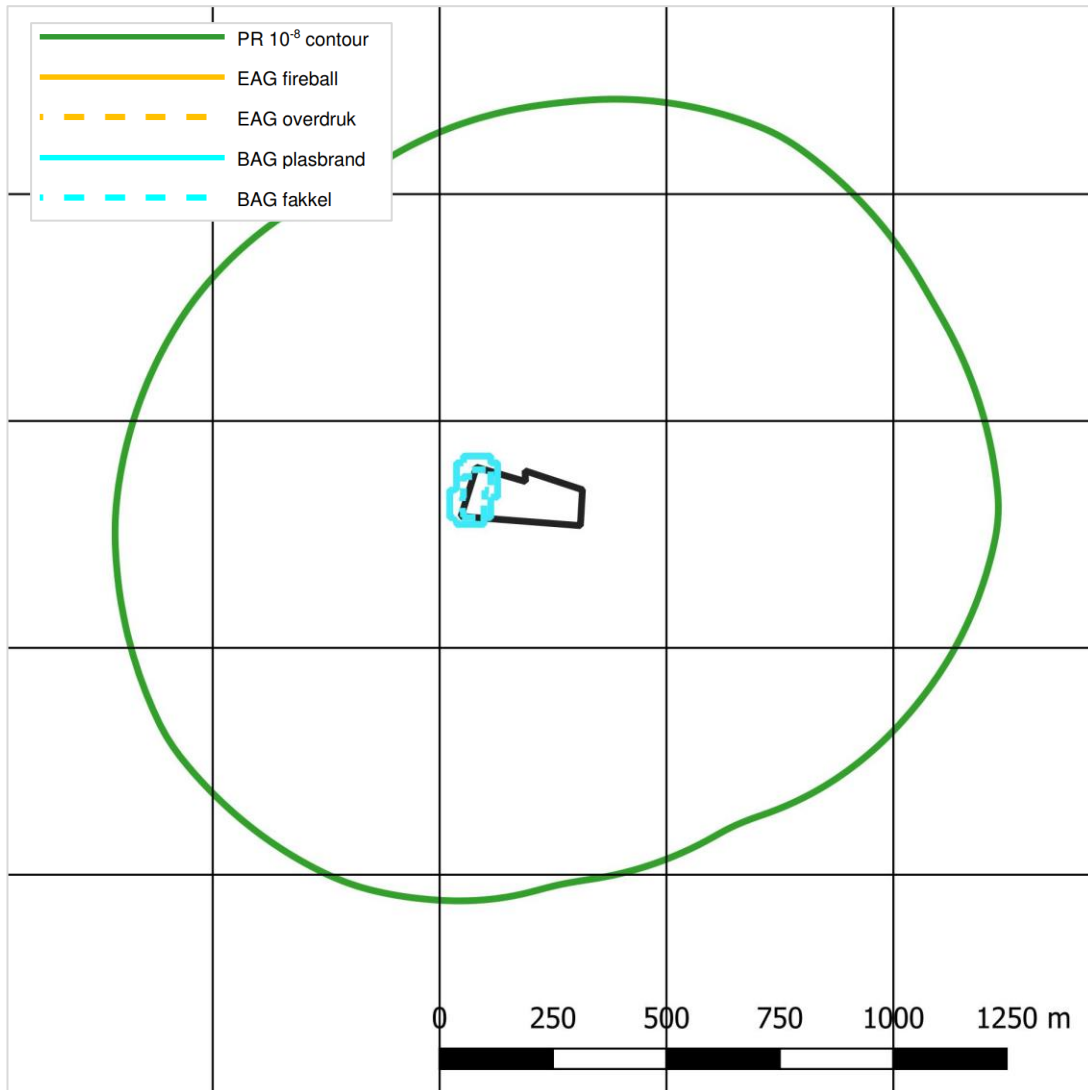


Figuur 22. bedrijf 12: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

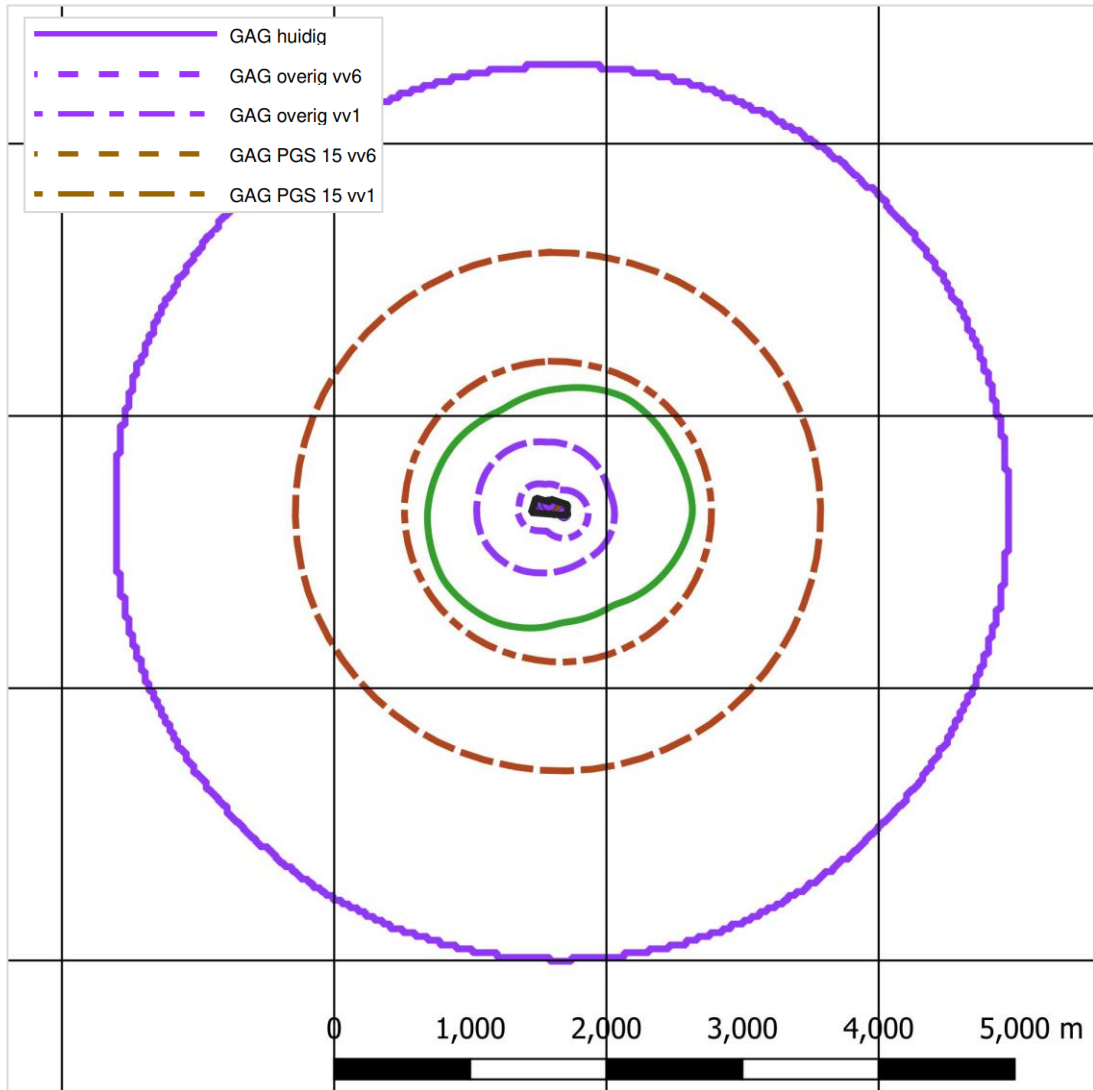


Figuur 23. Bedrijf 12: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 13

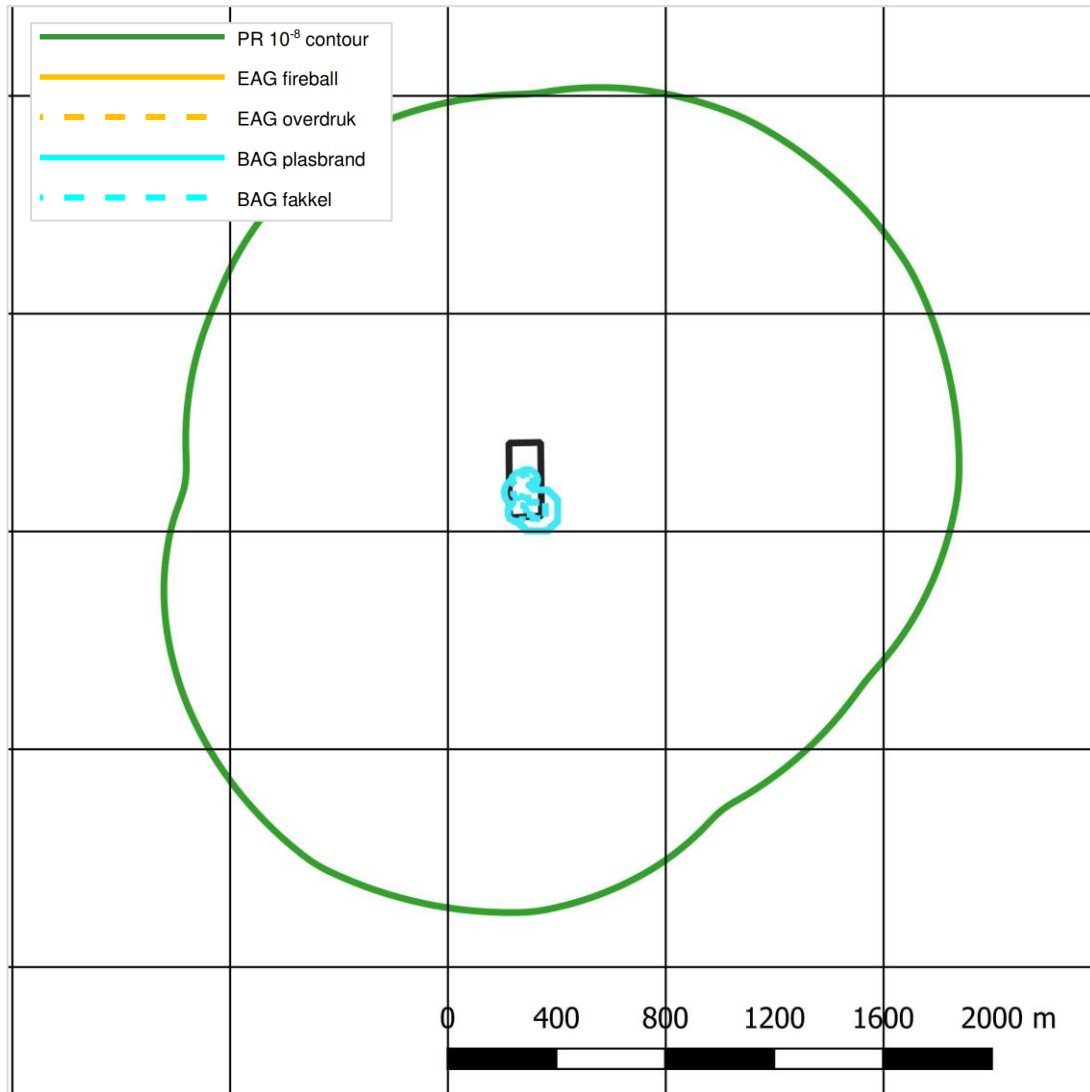


Figuur 24. bedrijf 13: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

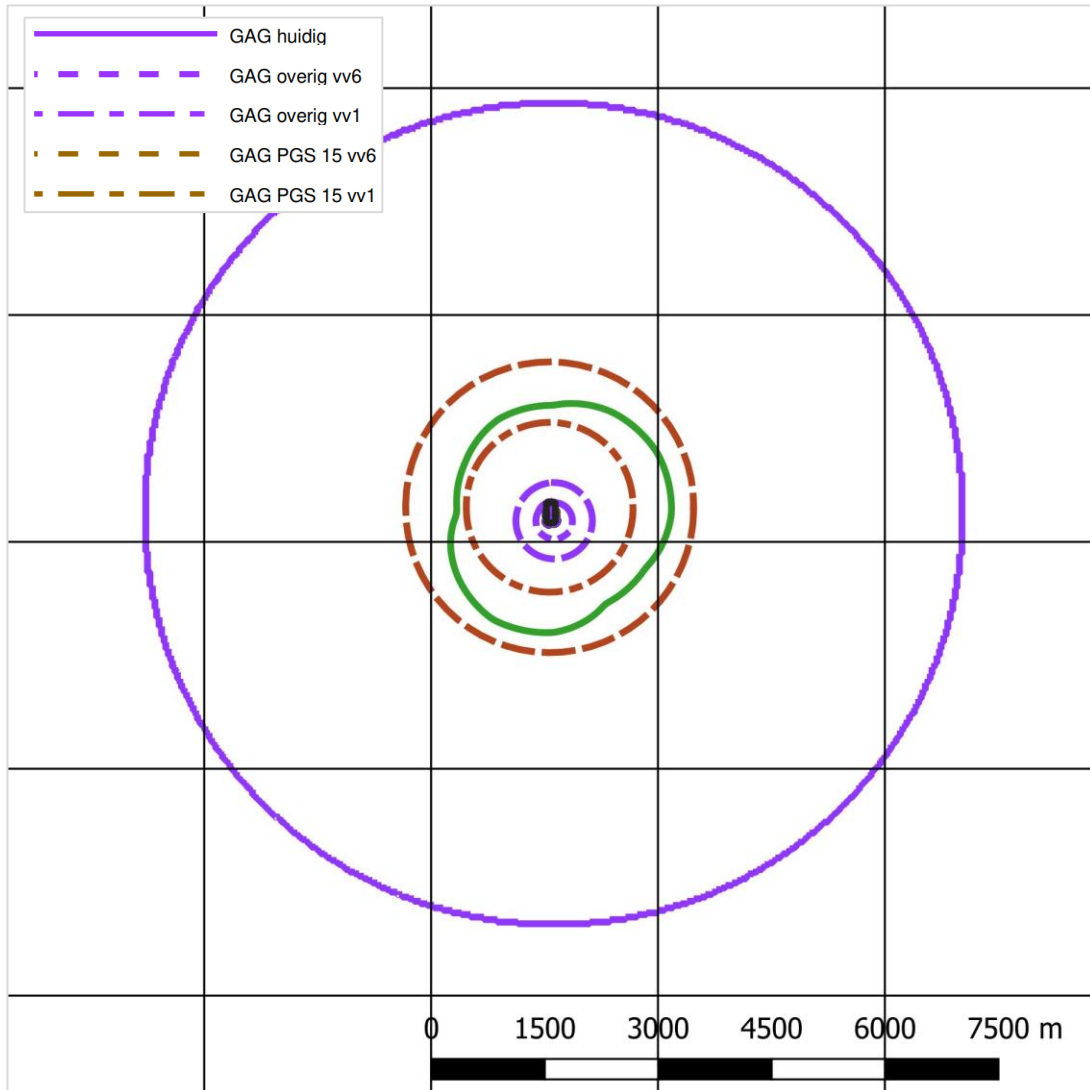


Figuur 25. Bedrijf 13: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 14

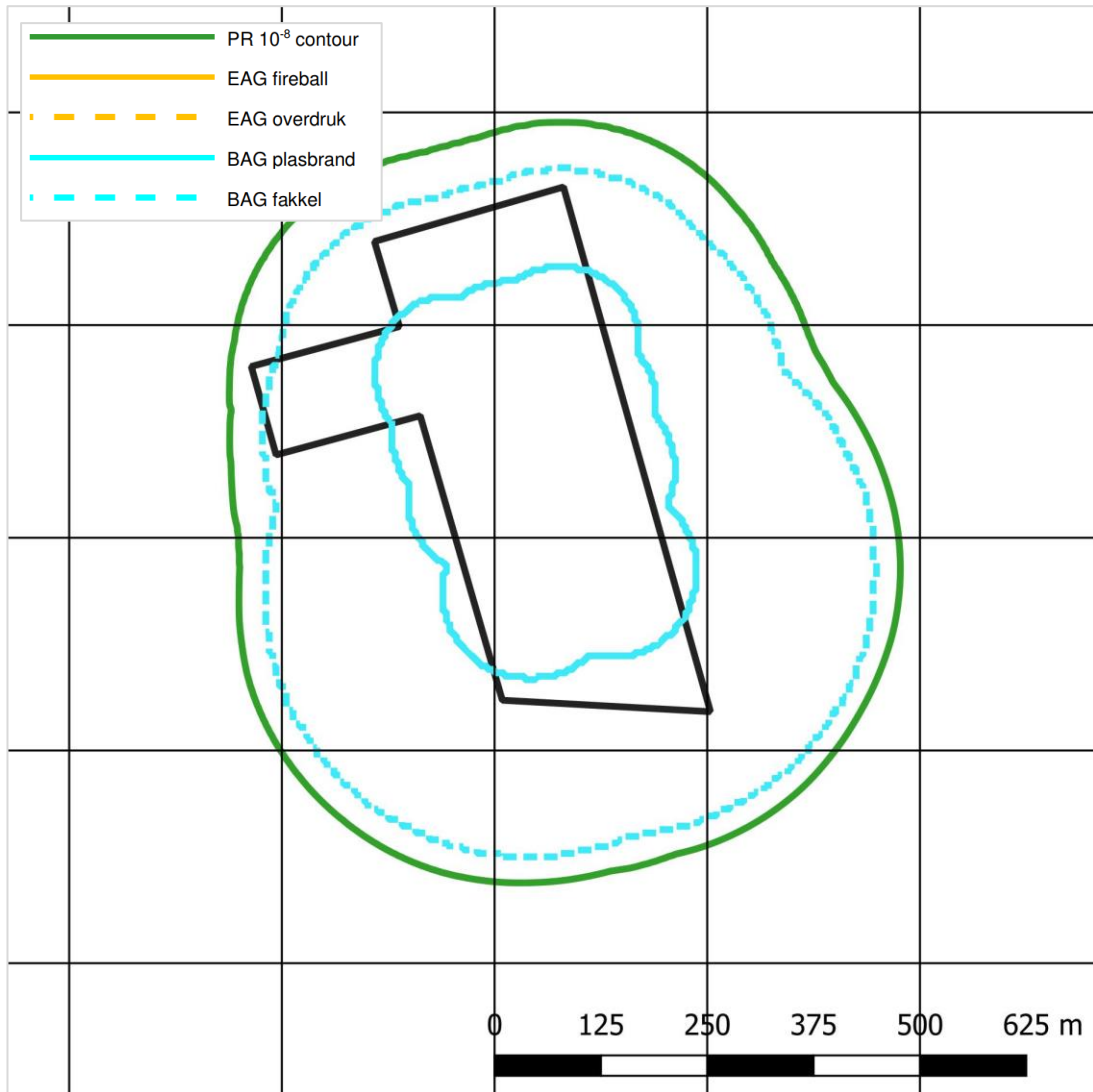


Figuur 26. bedrijf 14: PR 10^{-8} contour, Bag en EAG



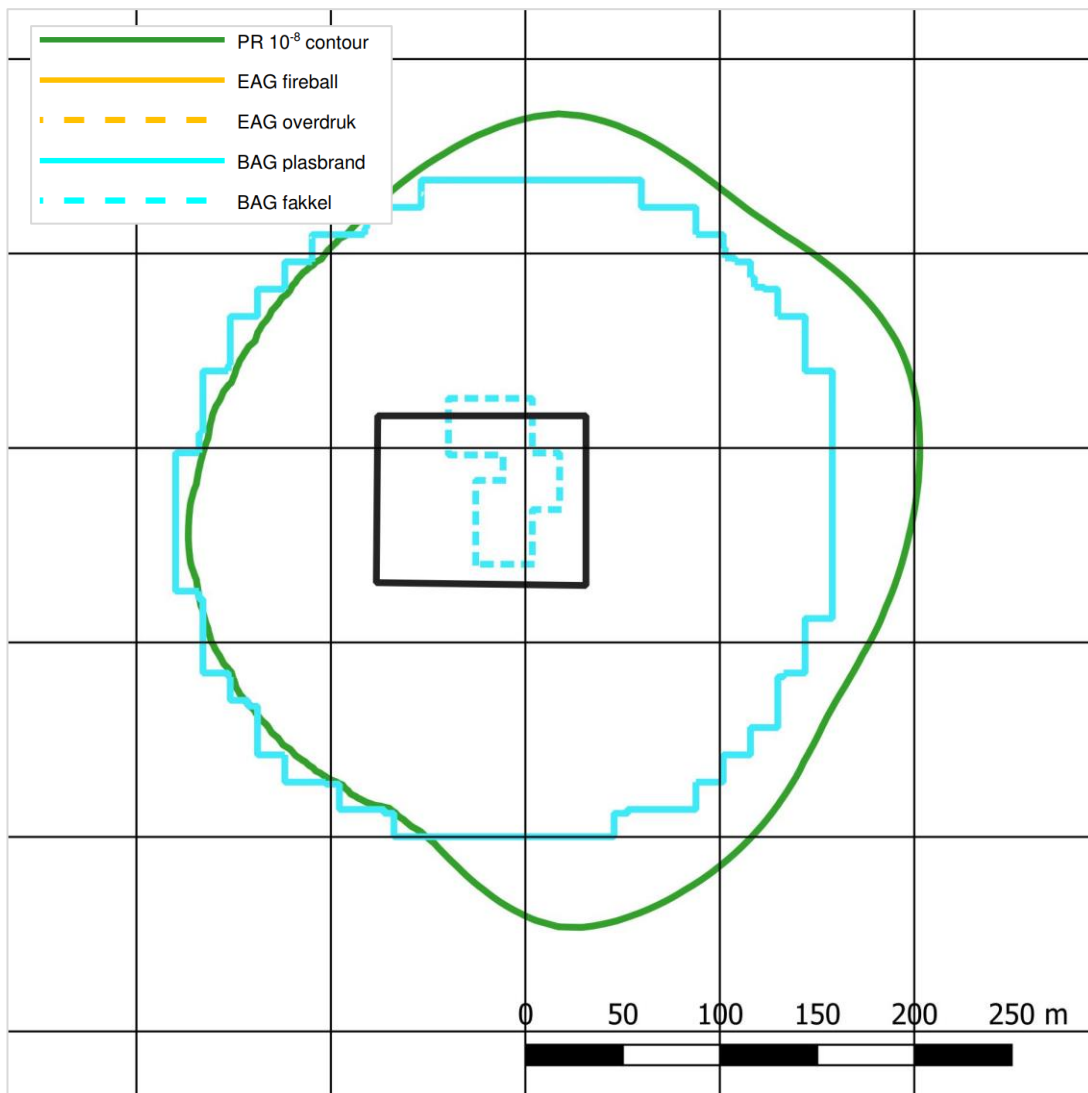
Figuur 27. Bedrijf 14: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 15

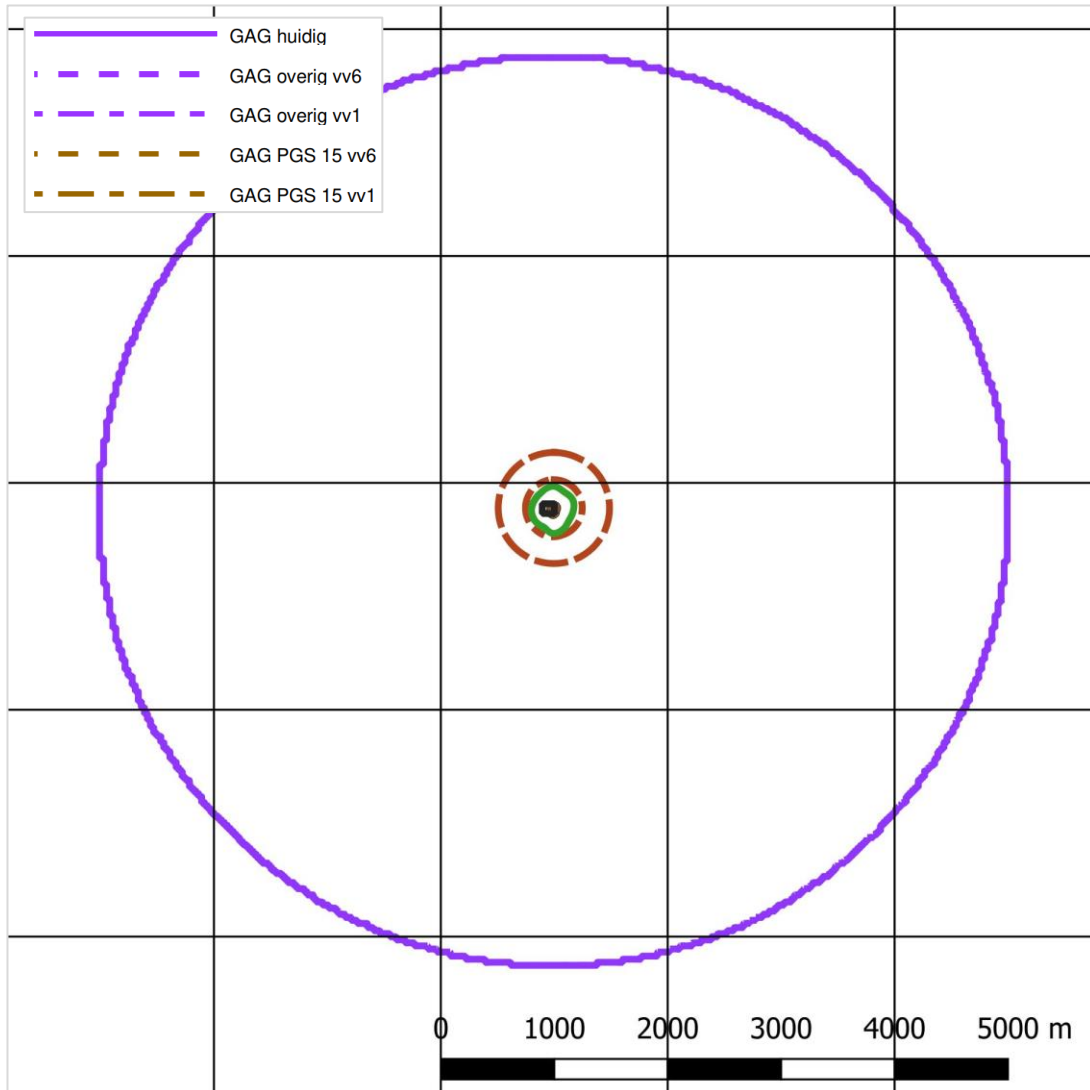


Figuur 28. bedrijf 15: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

Bedrijf 16

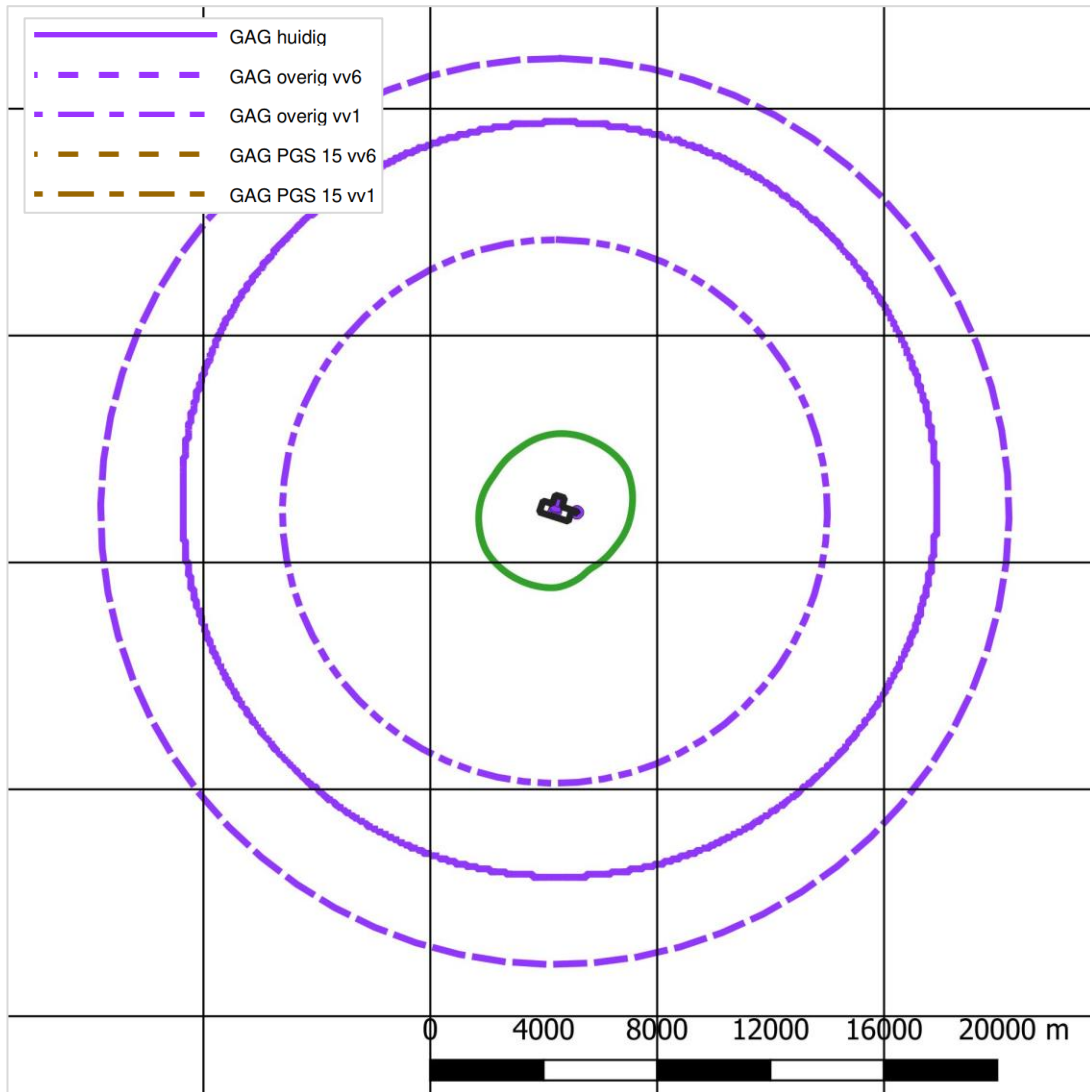


Figuur 29. bedrijf 16: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



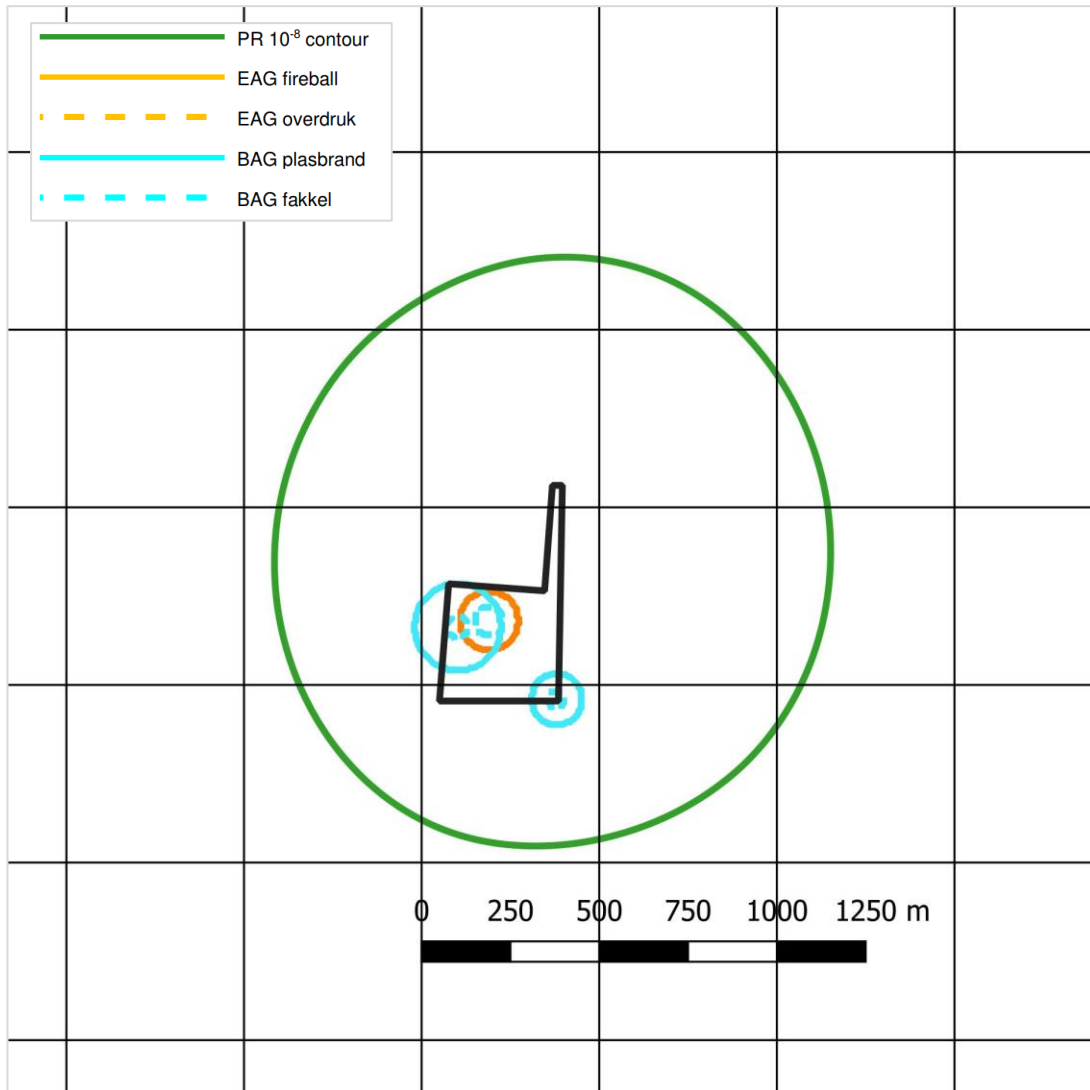
Figuur 30. Bedrijf 16: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 17

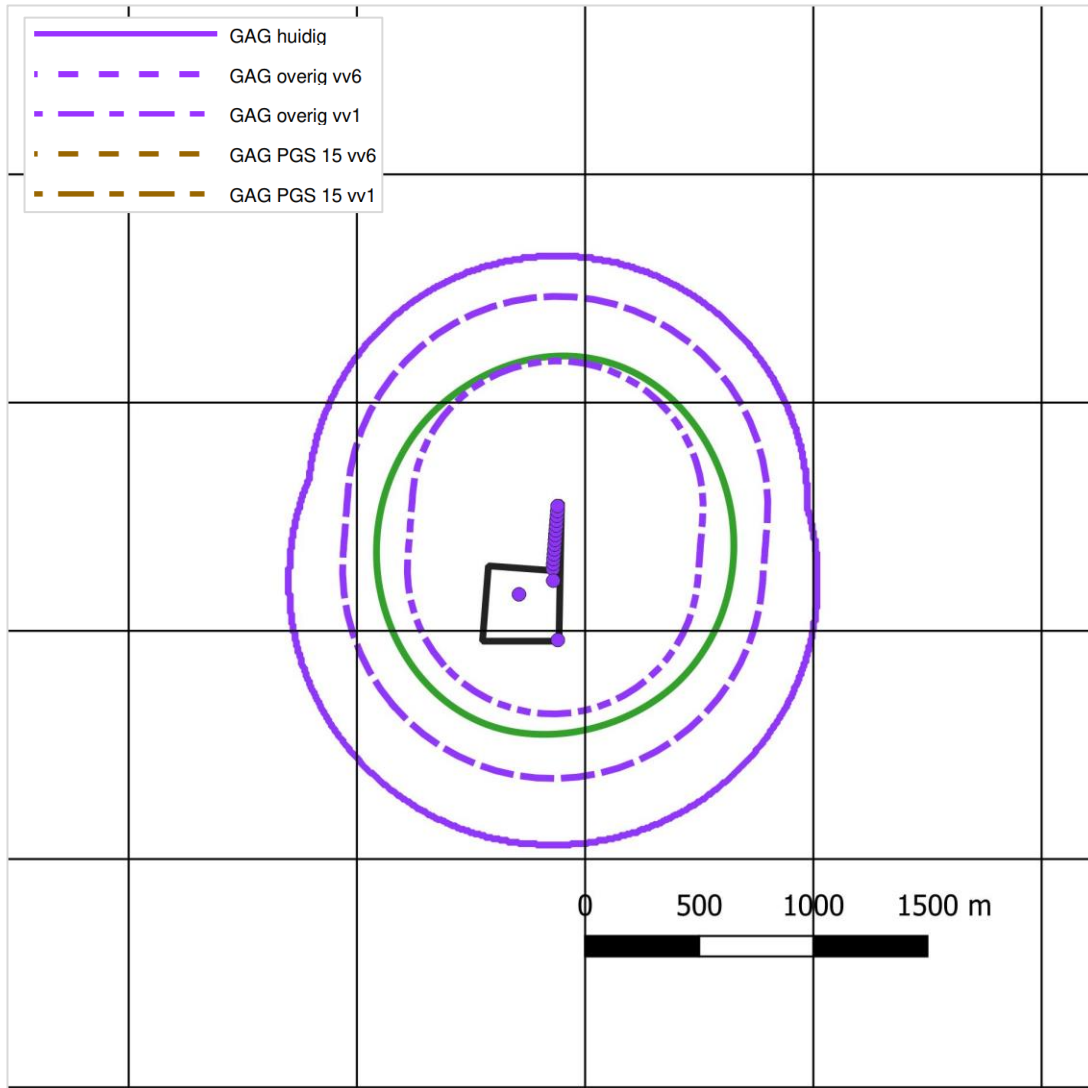


Figuur 31. Bedrijf 17: PR 10⁻⁸ contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 18

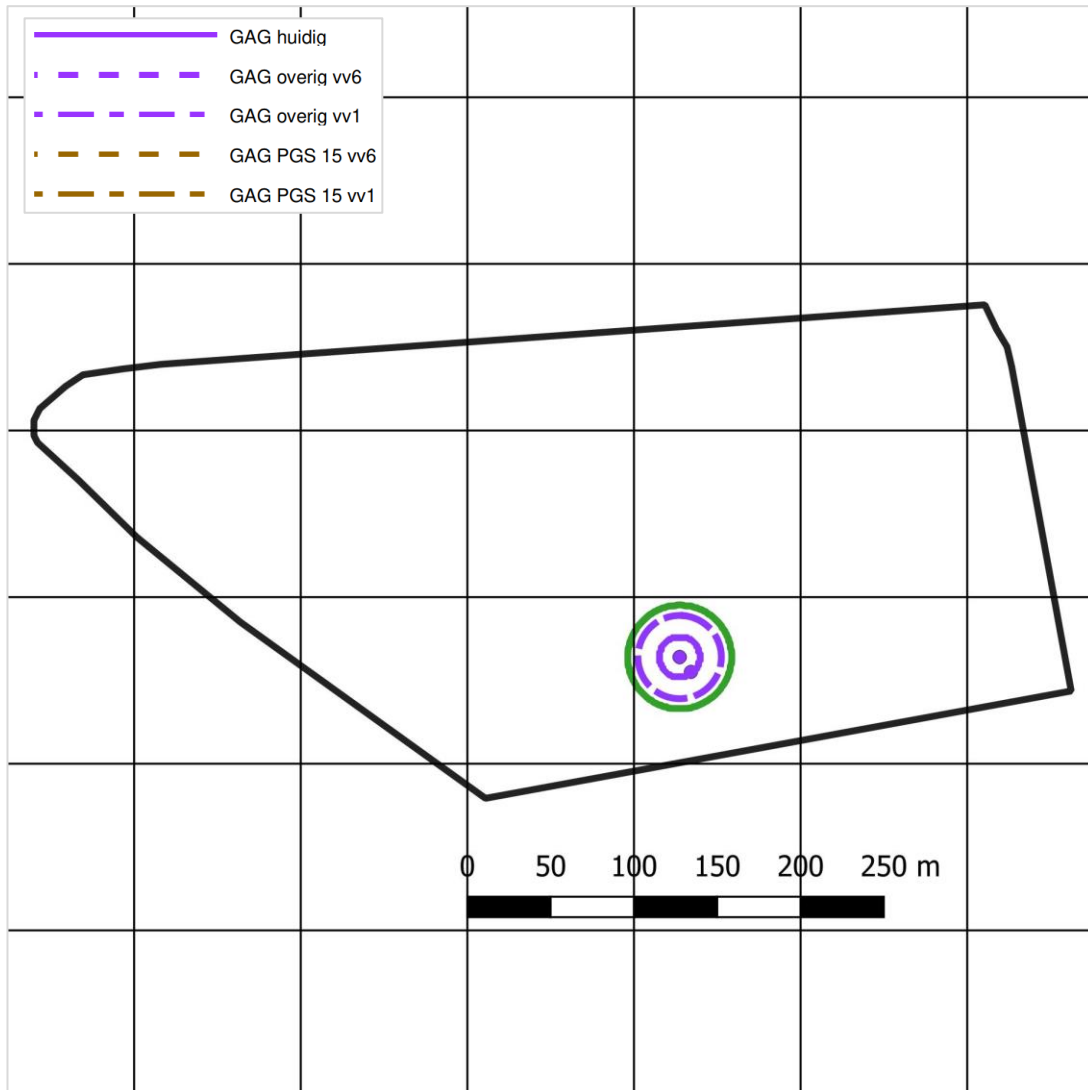


Figuur 32. bedrijf 18: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



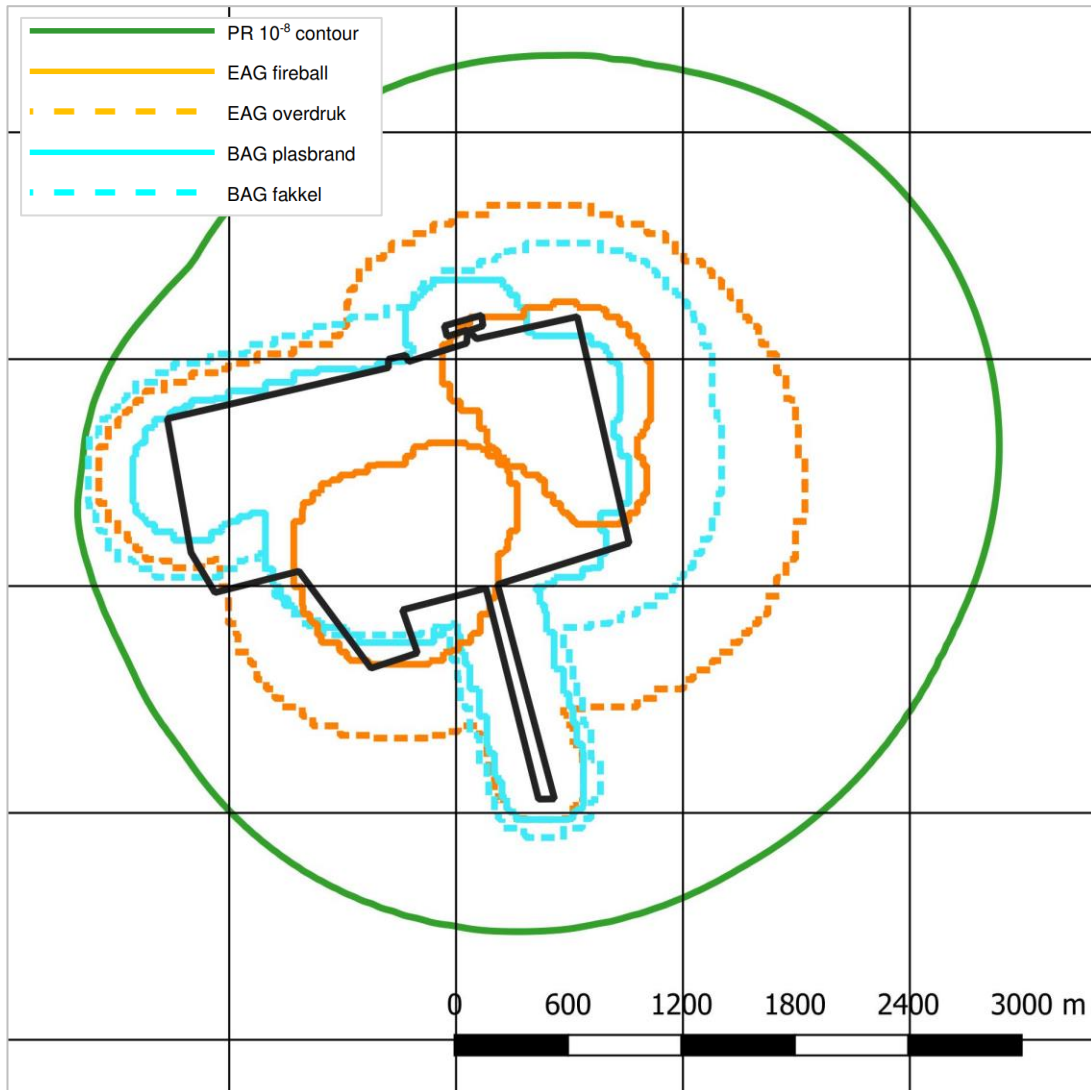
Figuur 33. Bedrijf 18: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 19

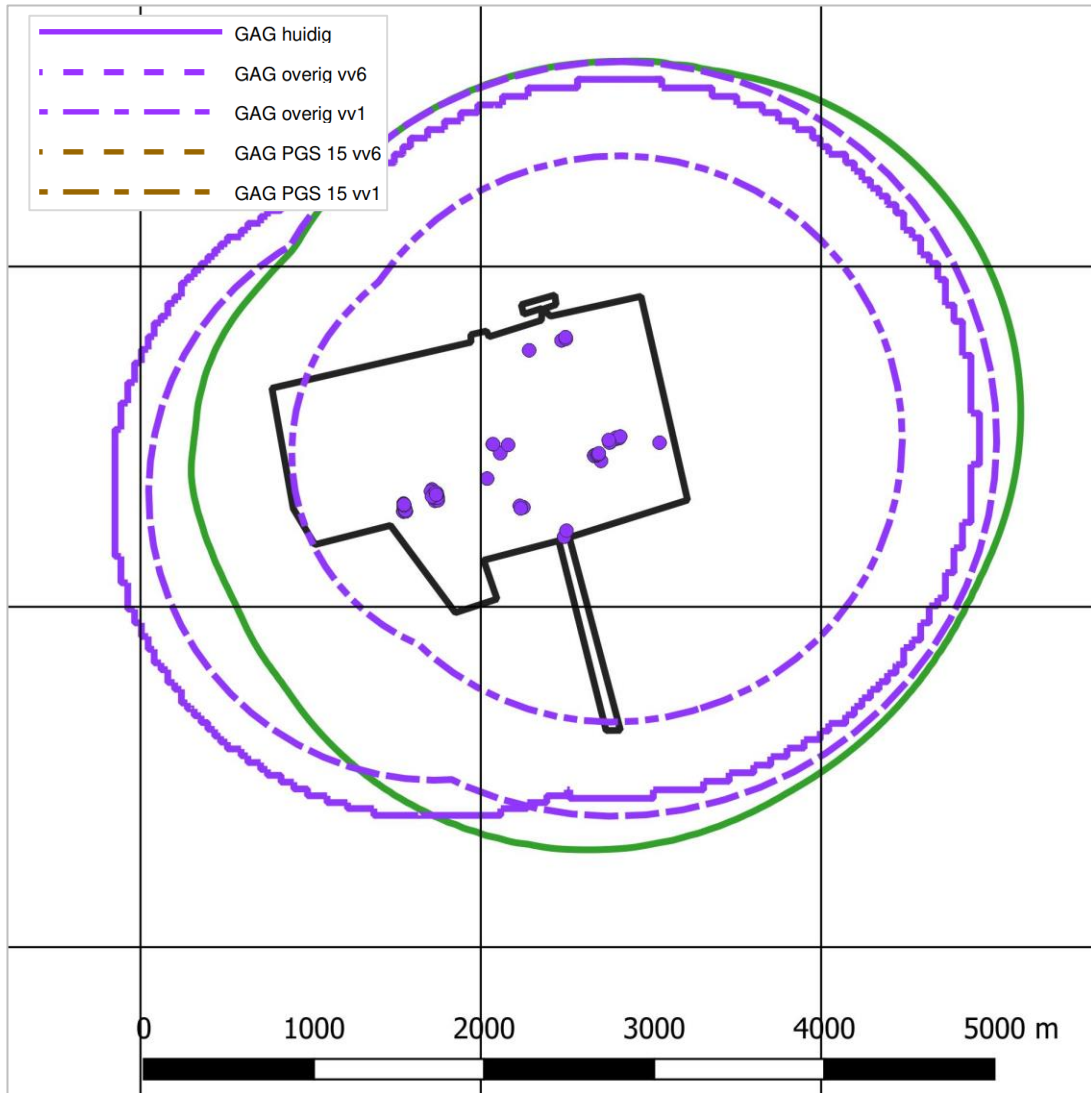


Figuur 34. Bedrijf 19: PR 10⁻⁸ contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 20

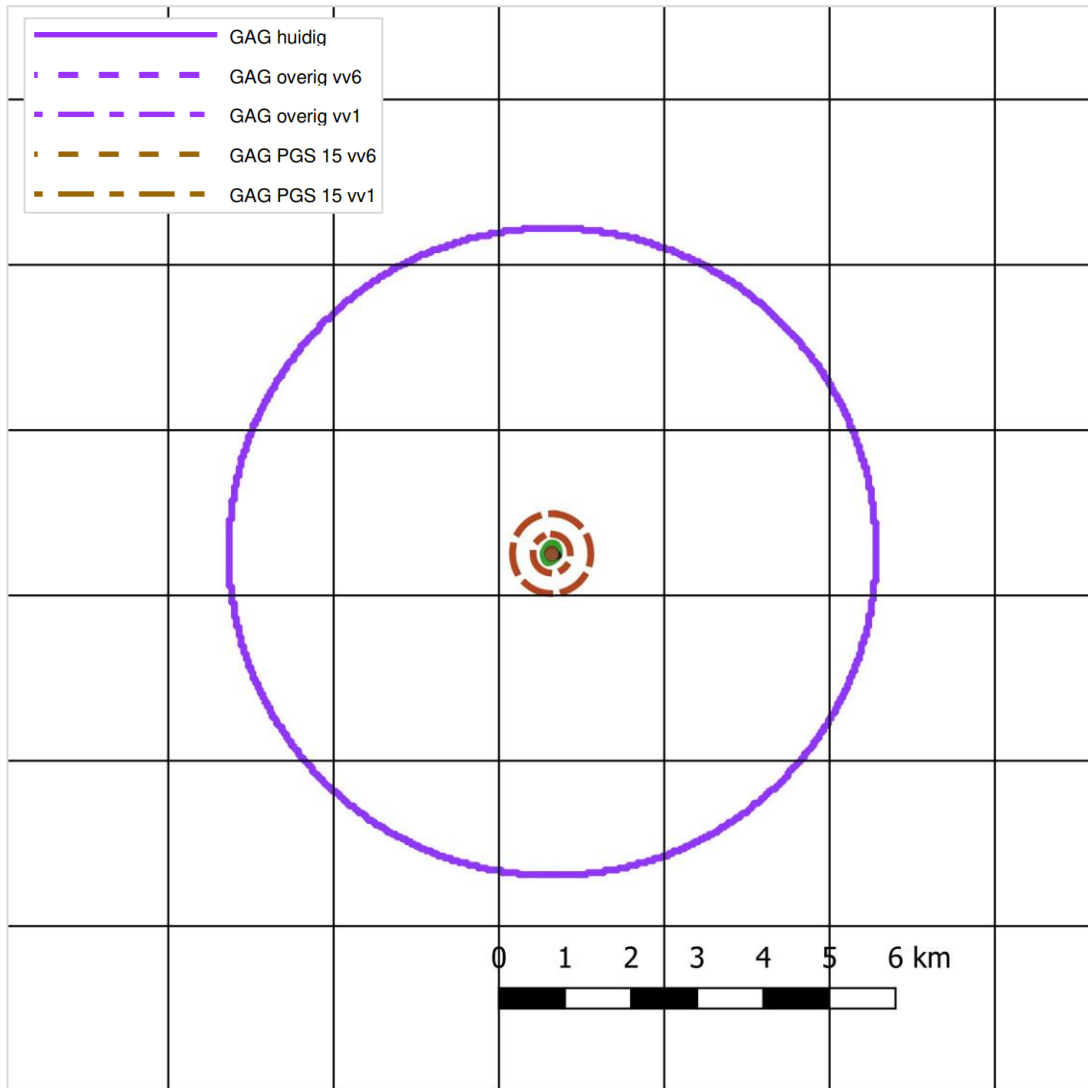


Figuur 35. bedrijf 20: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



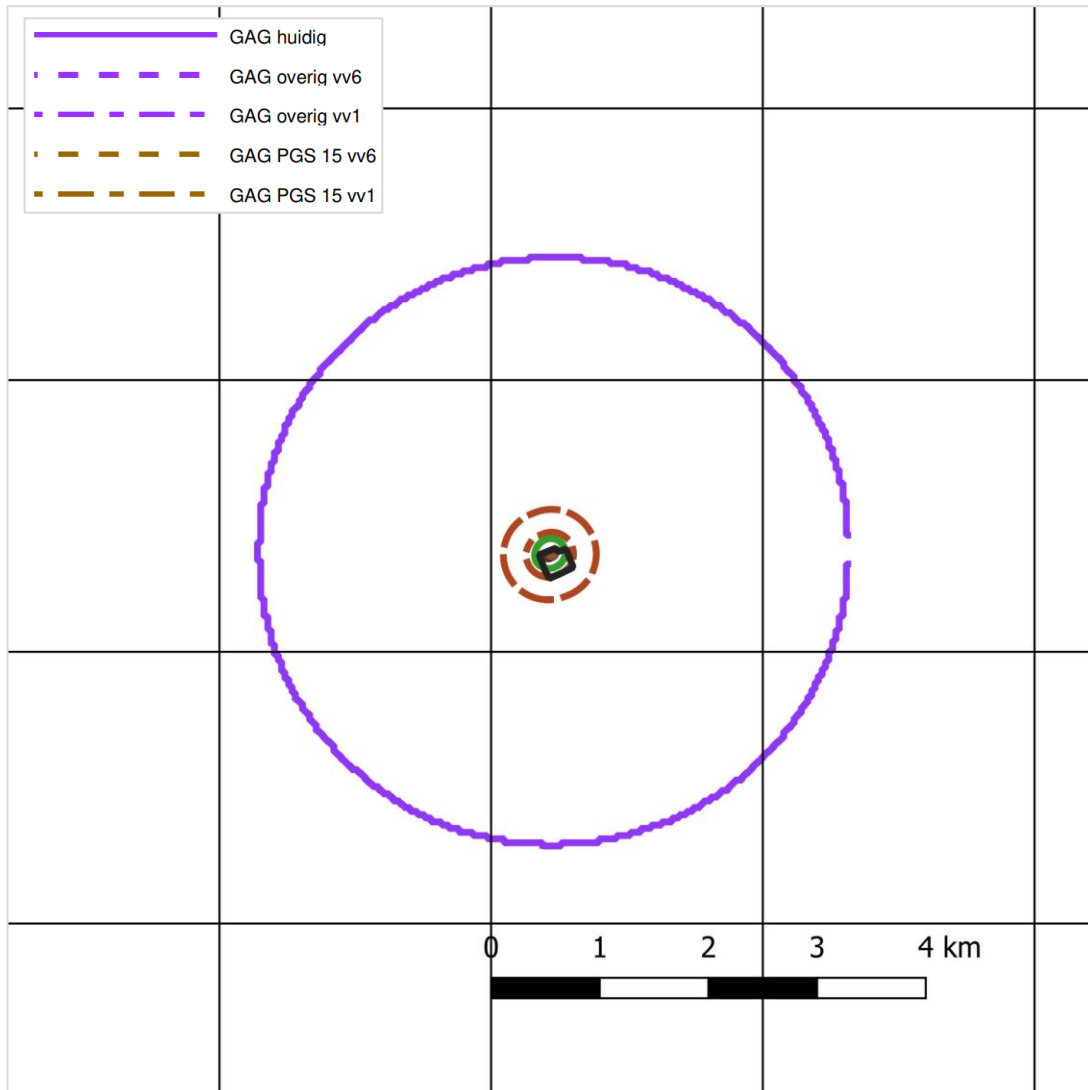
Figuur 36. Bedrijf 20: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 21



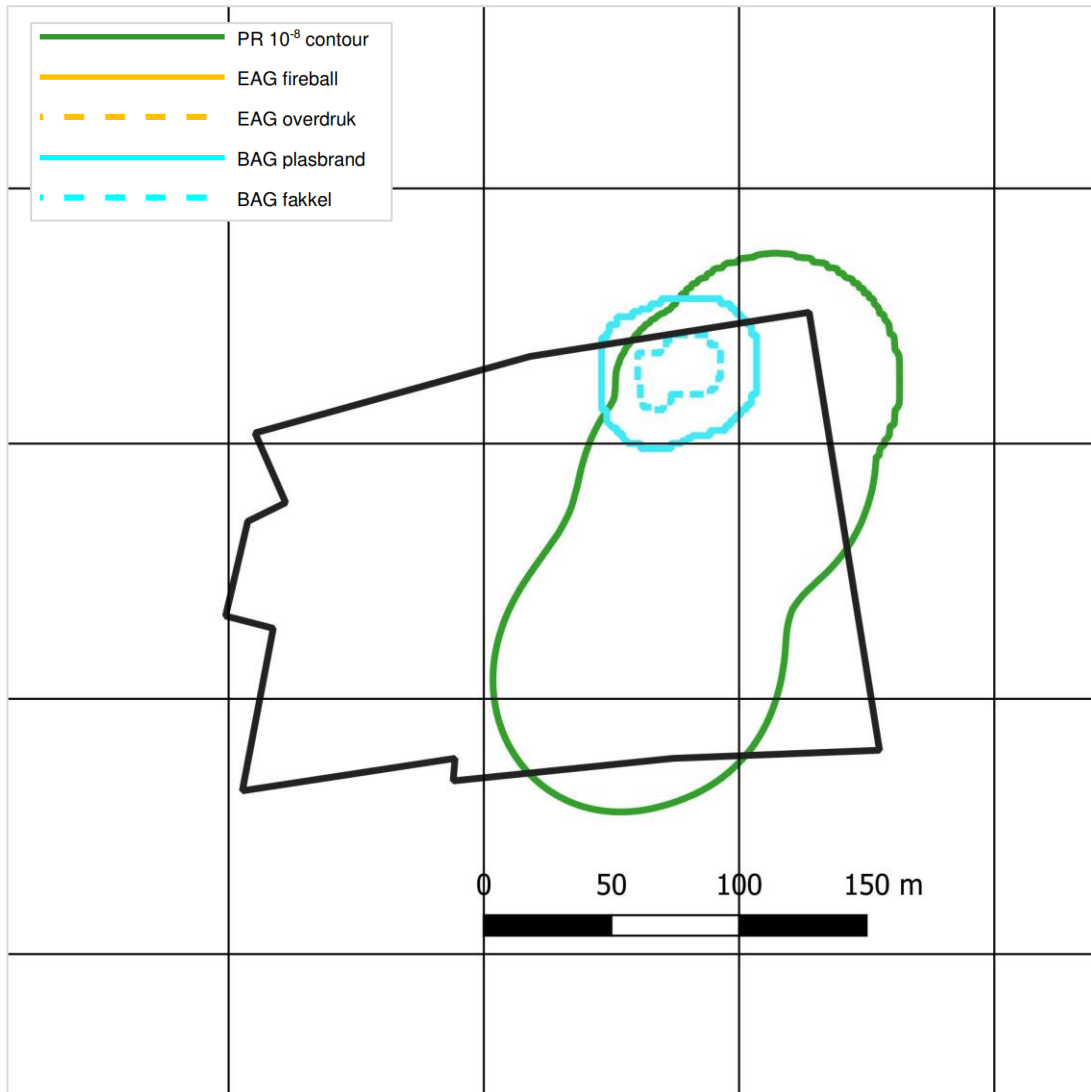
Figuur 37. Bedrijf 21: PR 10⁻⁸ contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 22

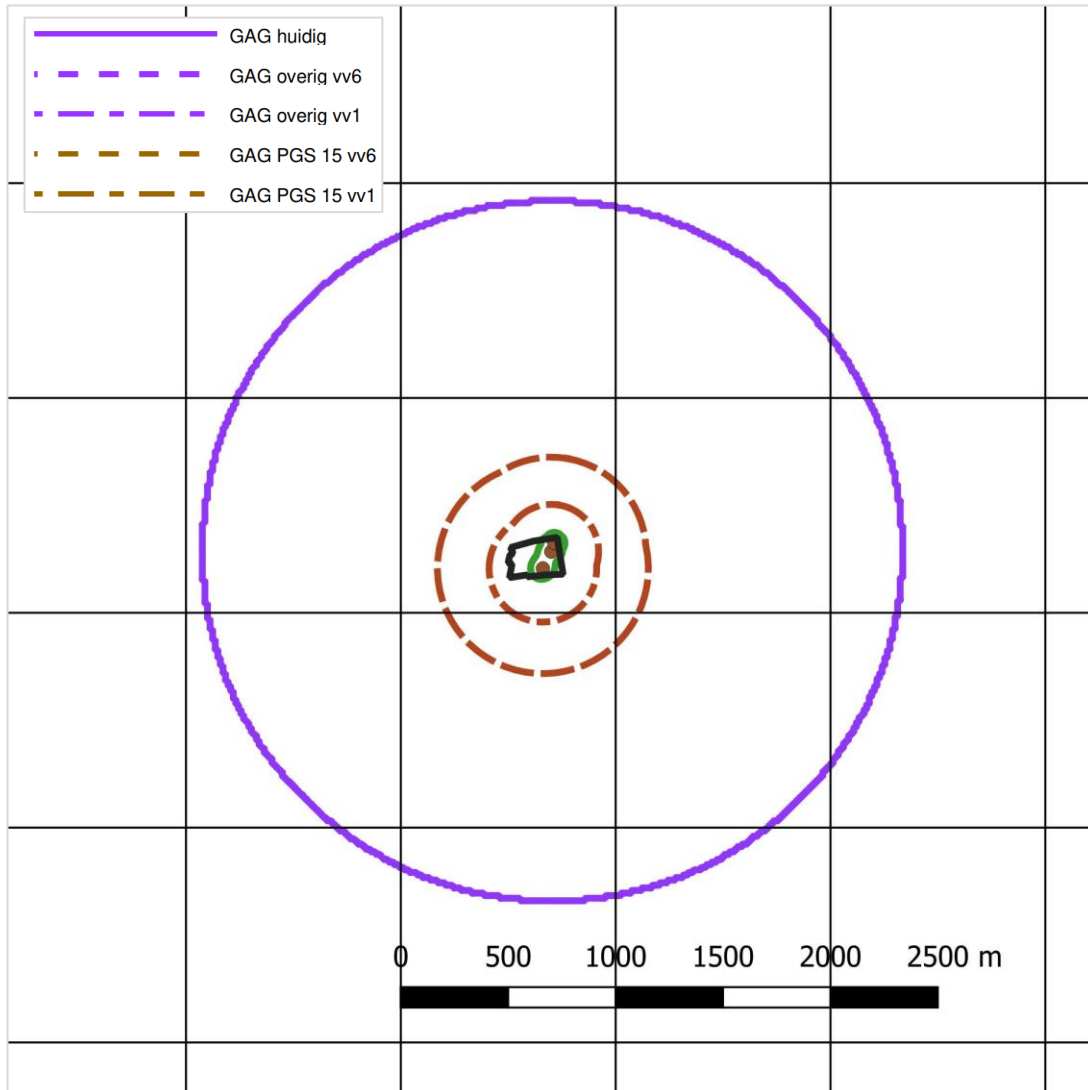


Figuur 38. Bedrijf 22: PR 10⁻⁸ contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 23

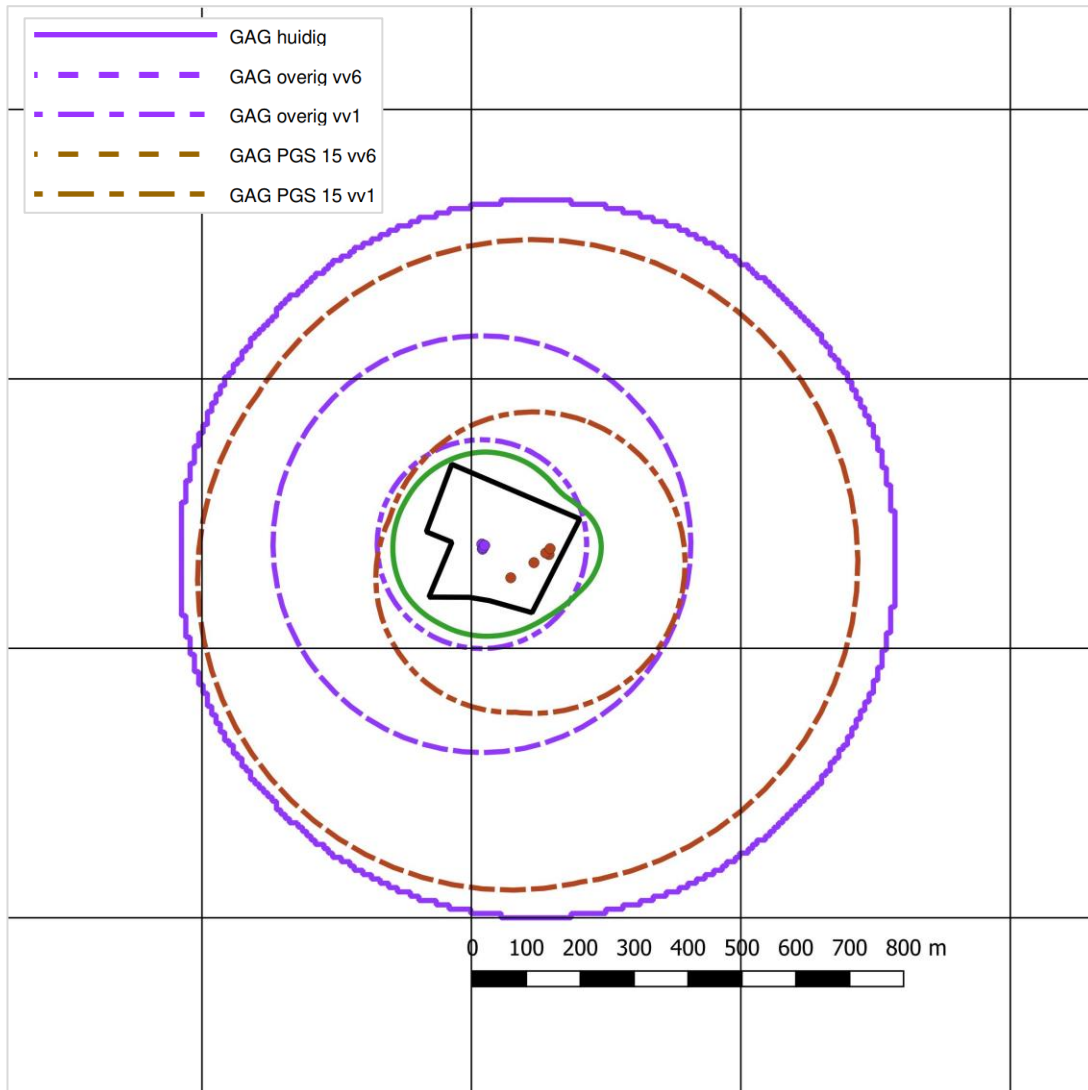


Figuur 39. bedrijf 23: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



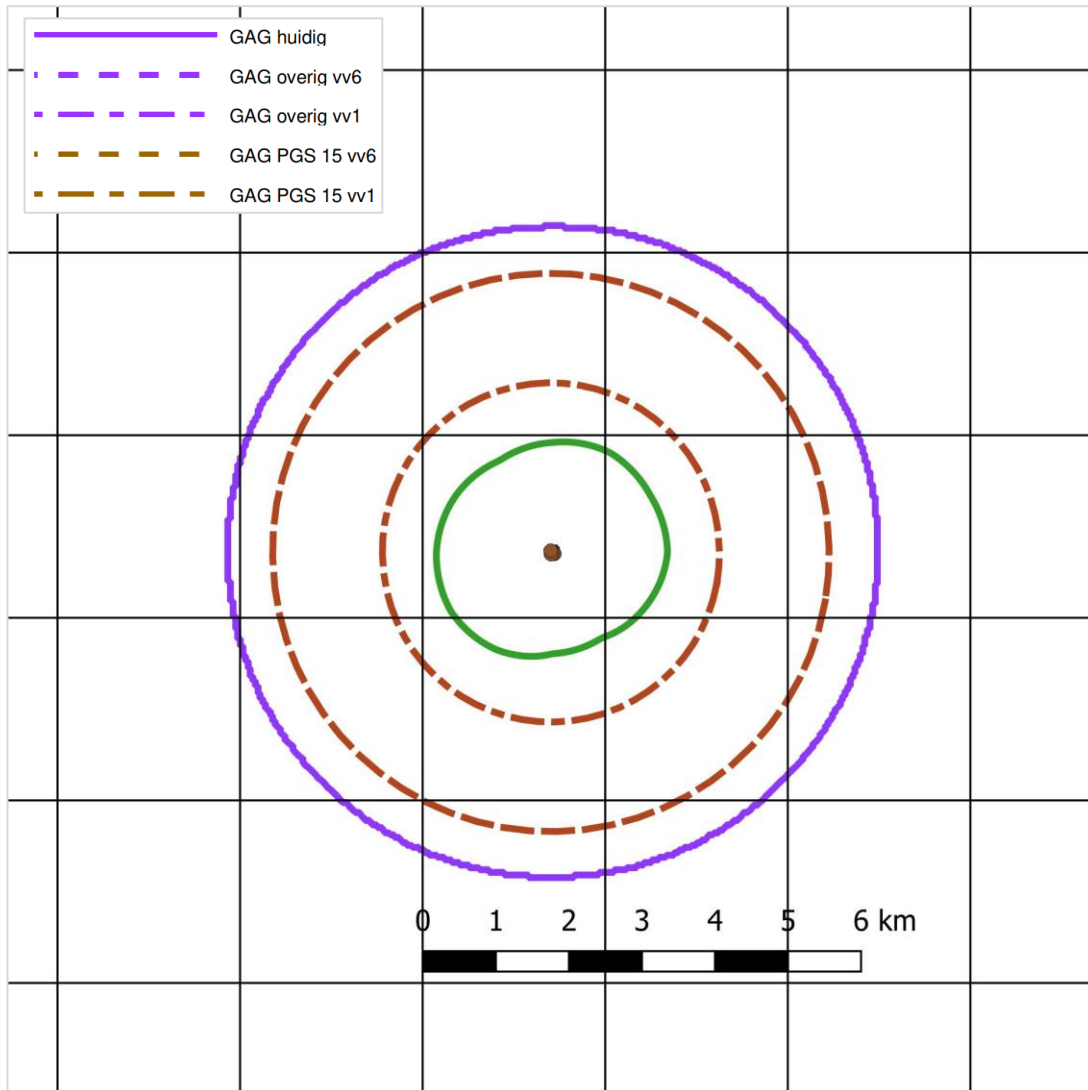
Figuur 40. Bedrijf 23: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 24



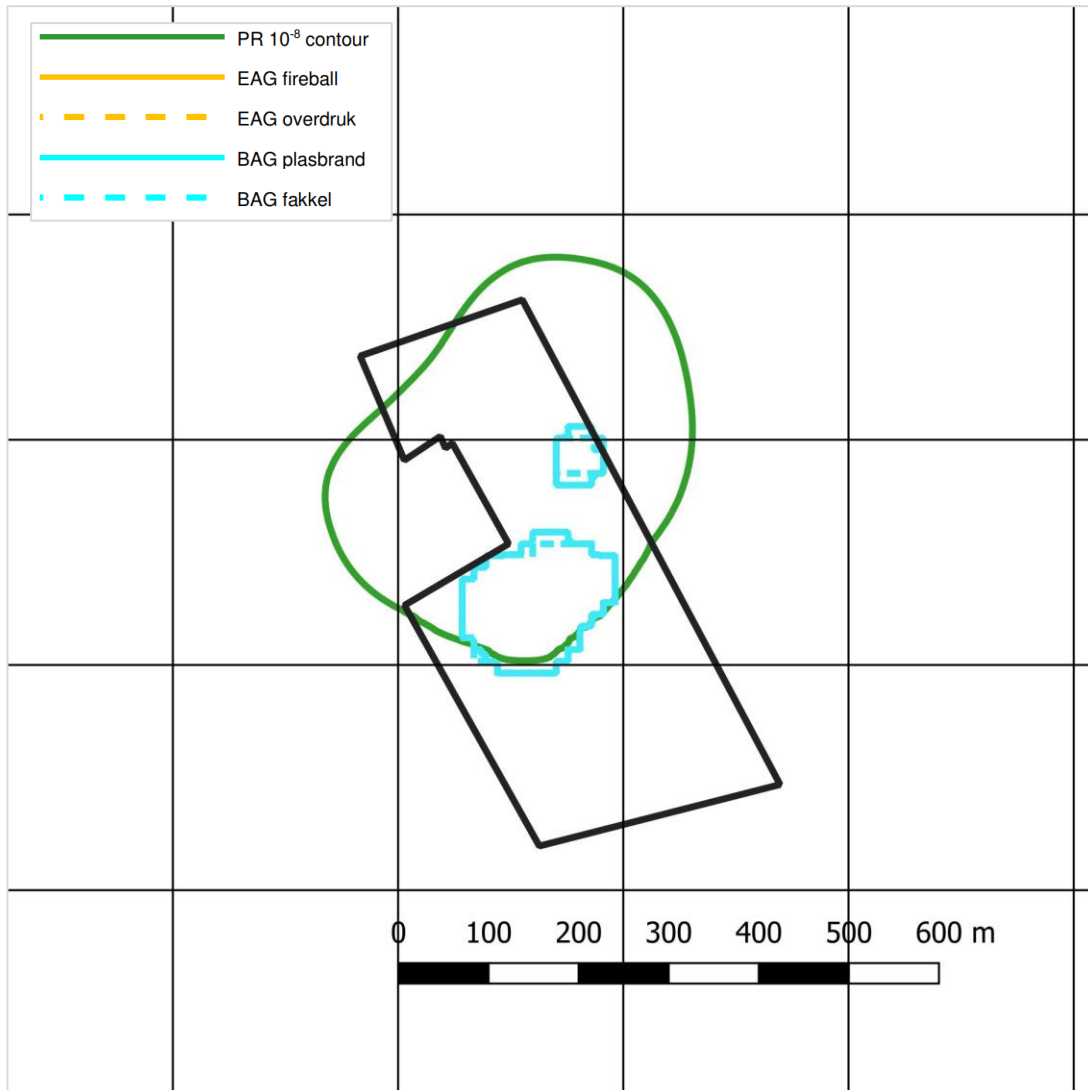
Figuur 41. Bedrijf 24: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 25

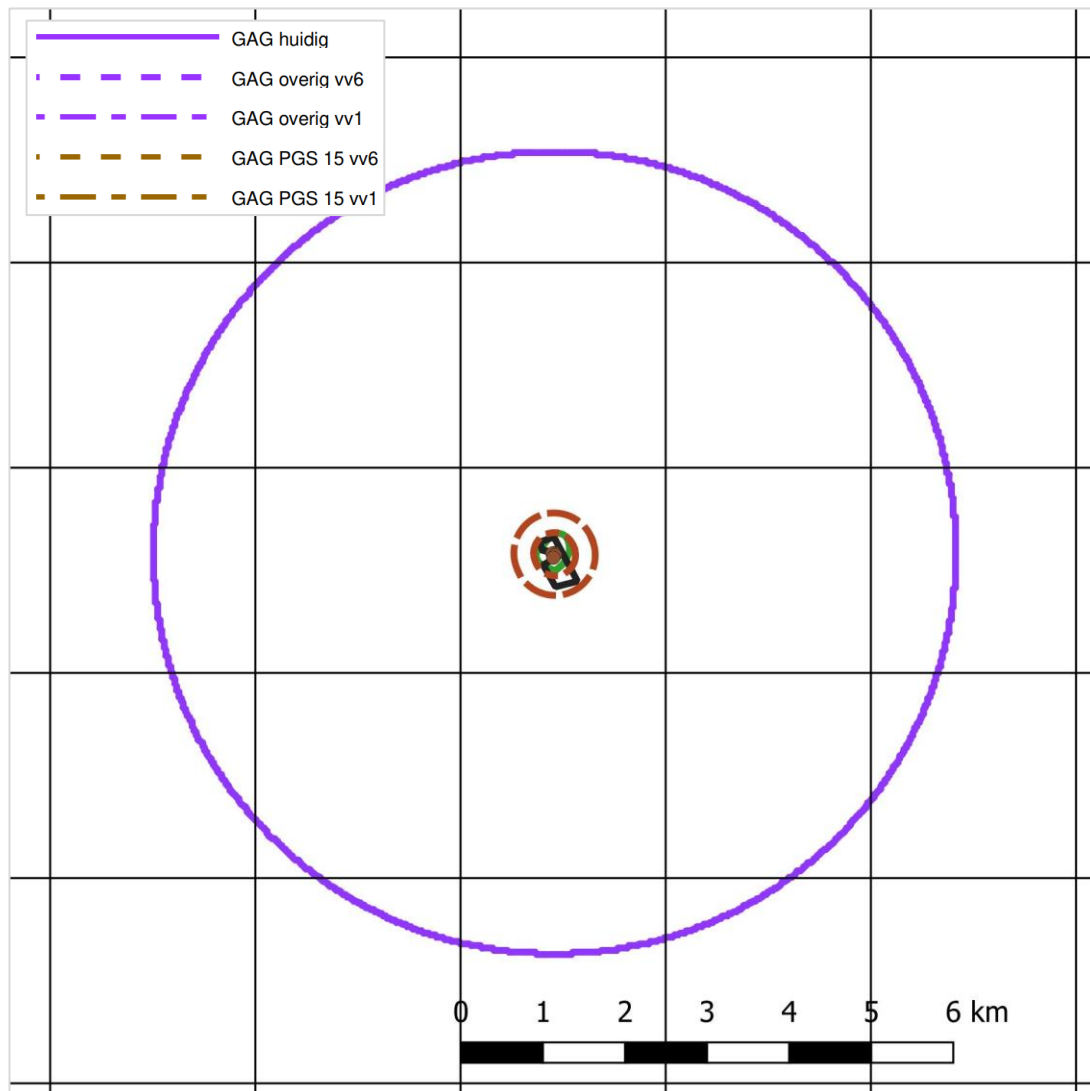


Figuur 42. Bedrijf 25: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 26

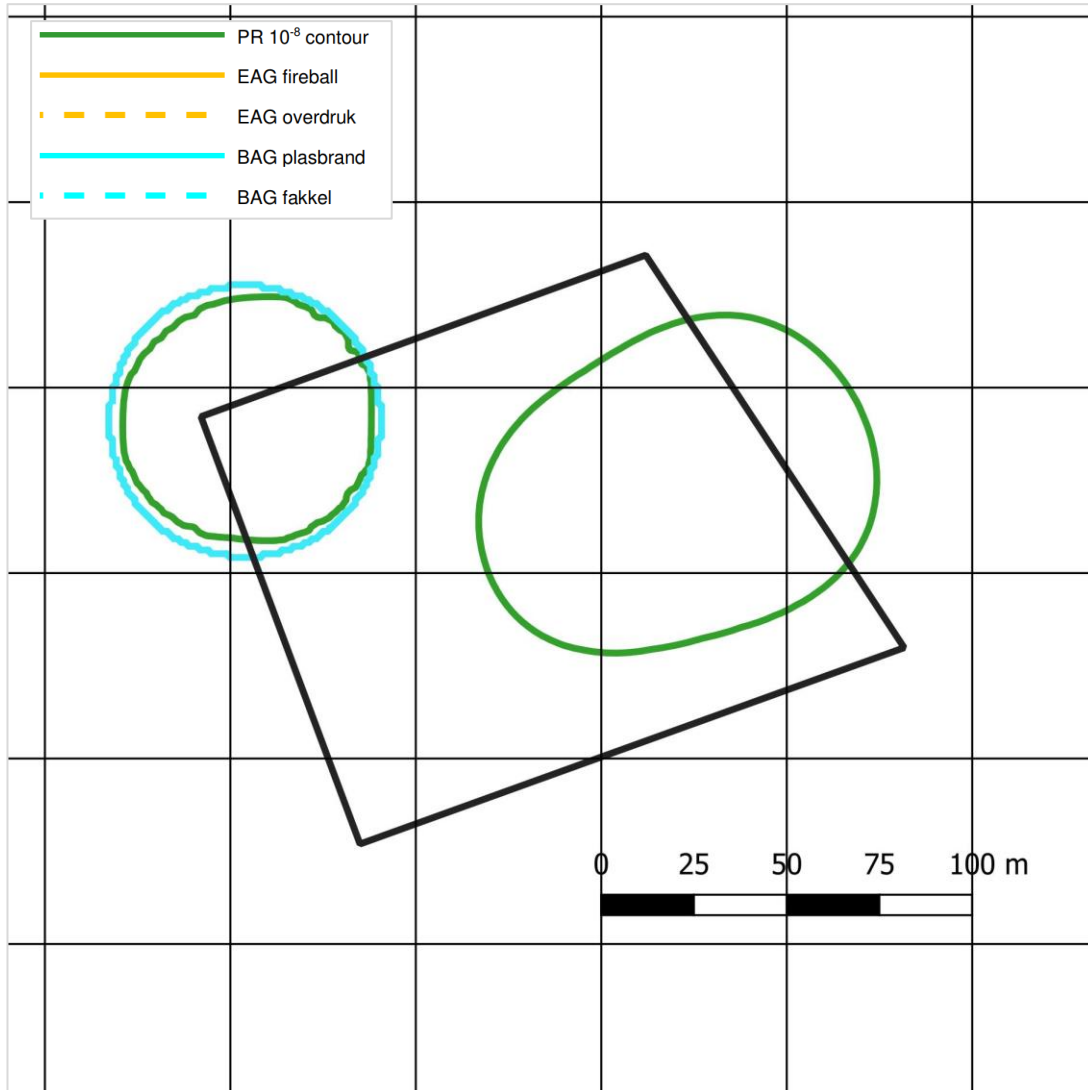


Figuur 43. bedrijf 26: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

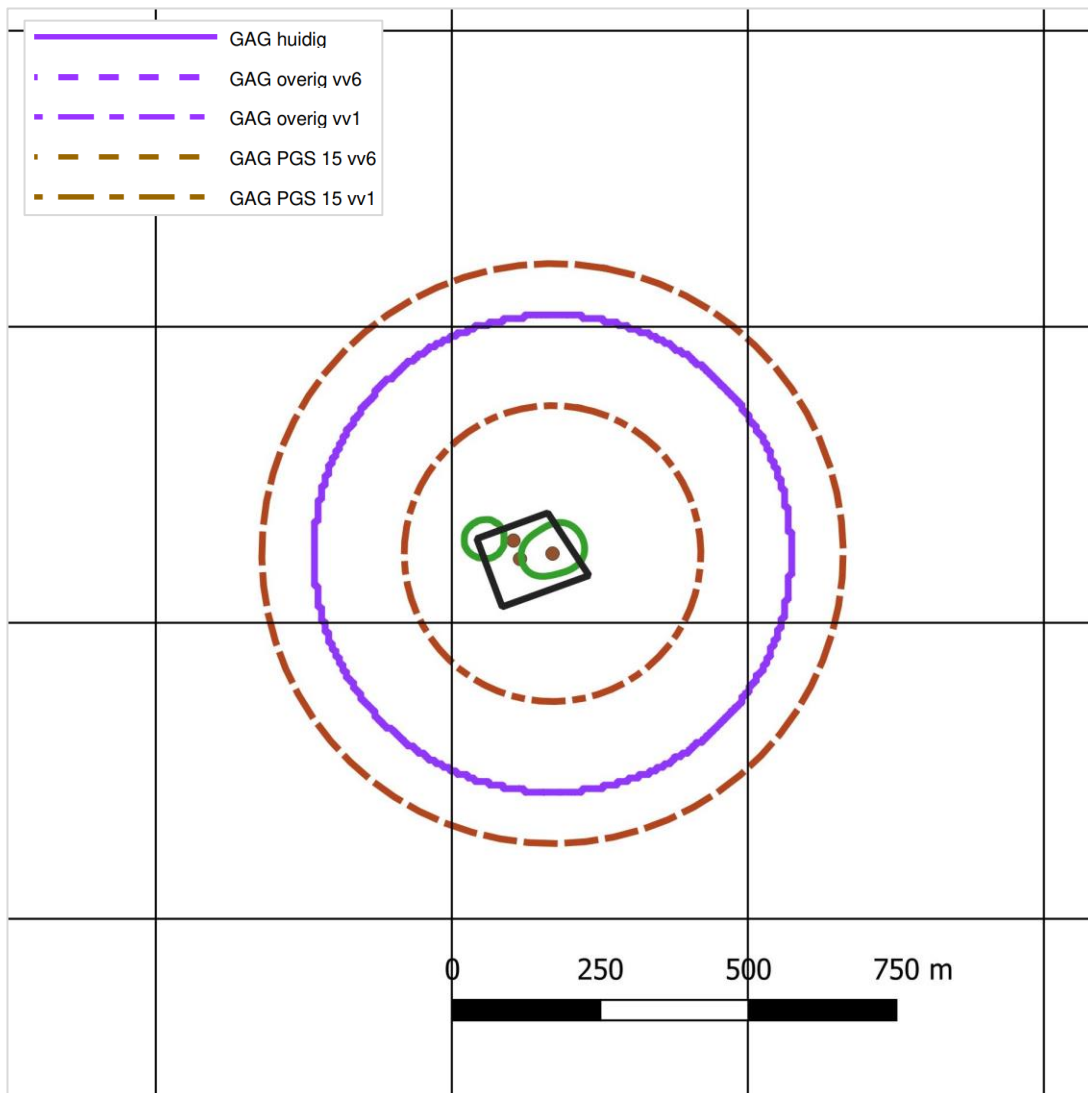


Figuur 44. Bedrijf 26: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 27

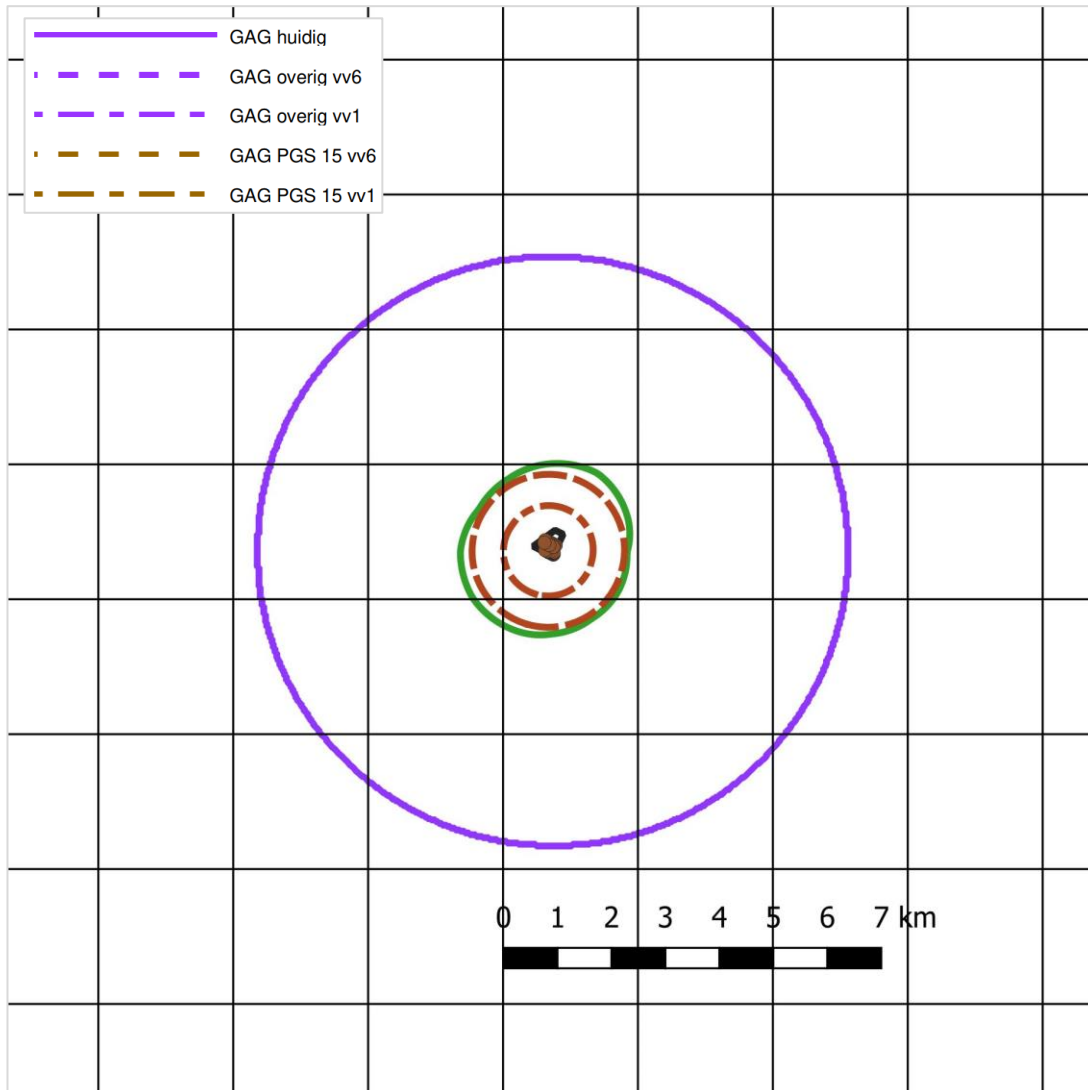


Figuur 45. bedrijf 27: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



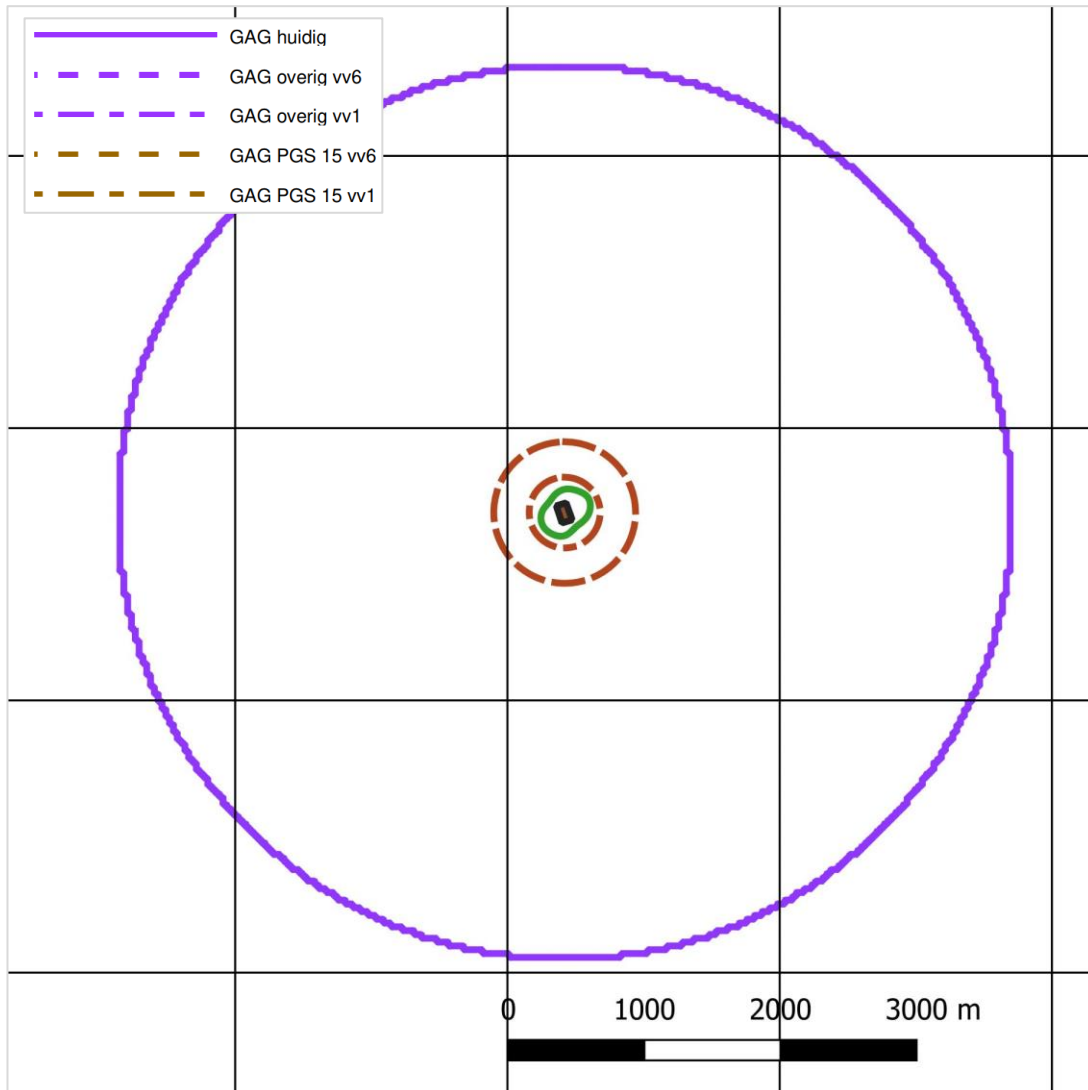
Figuur 46. Bedrijf 27: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 28



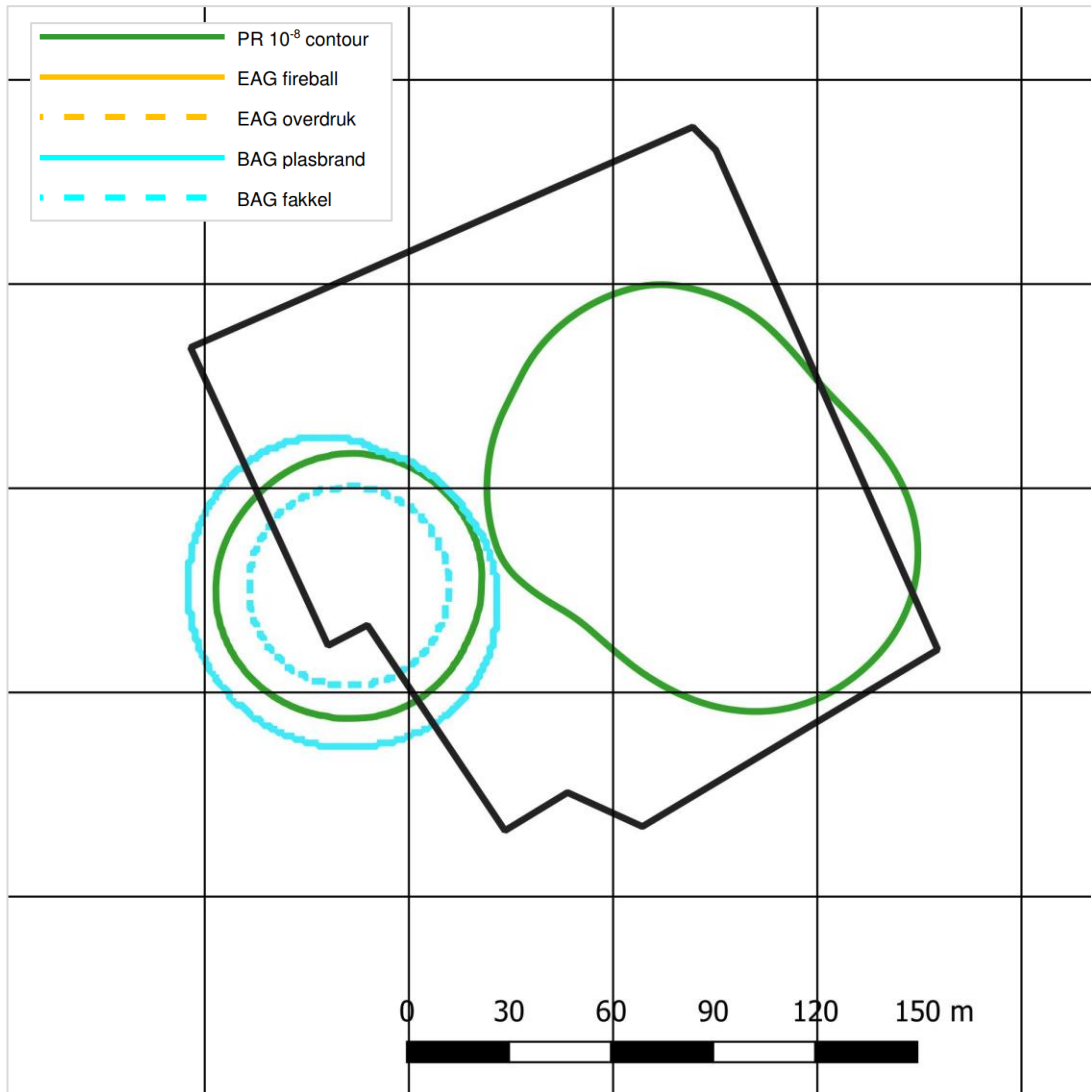
Figuur 47. Bedrijf 28: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 29

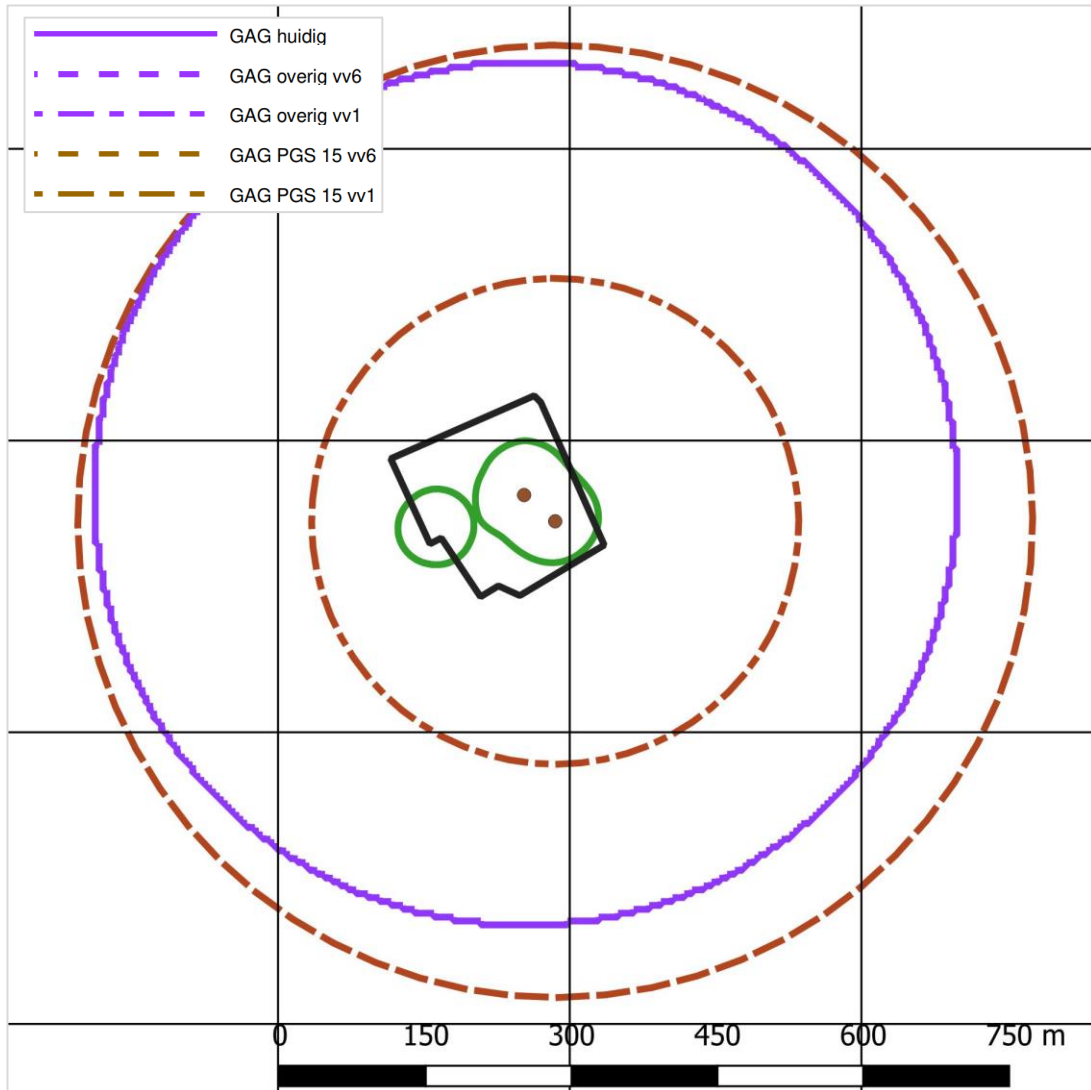


Figuur 48. Bedrijf 29: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Bedrijf 30

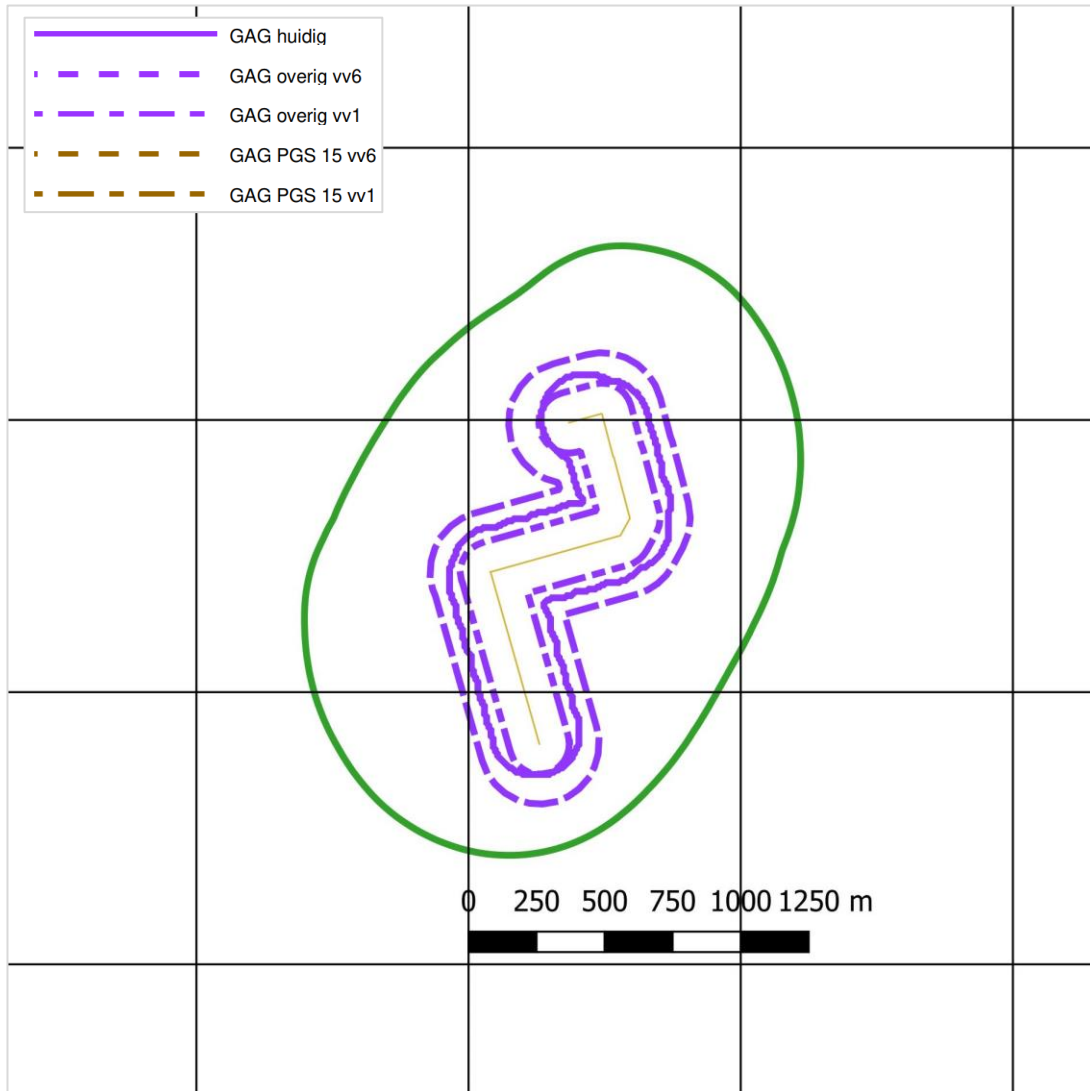


Figuur 49. bedrijf 30: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG



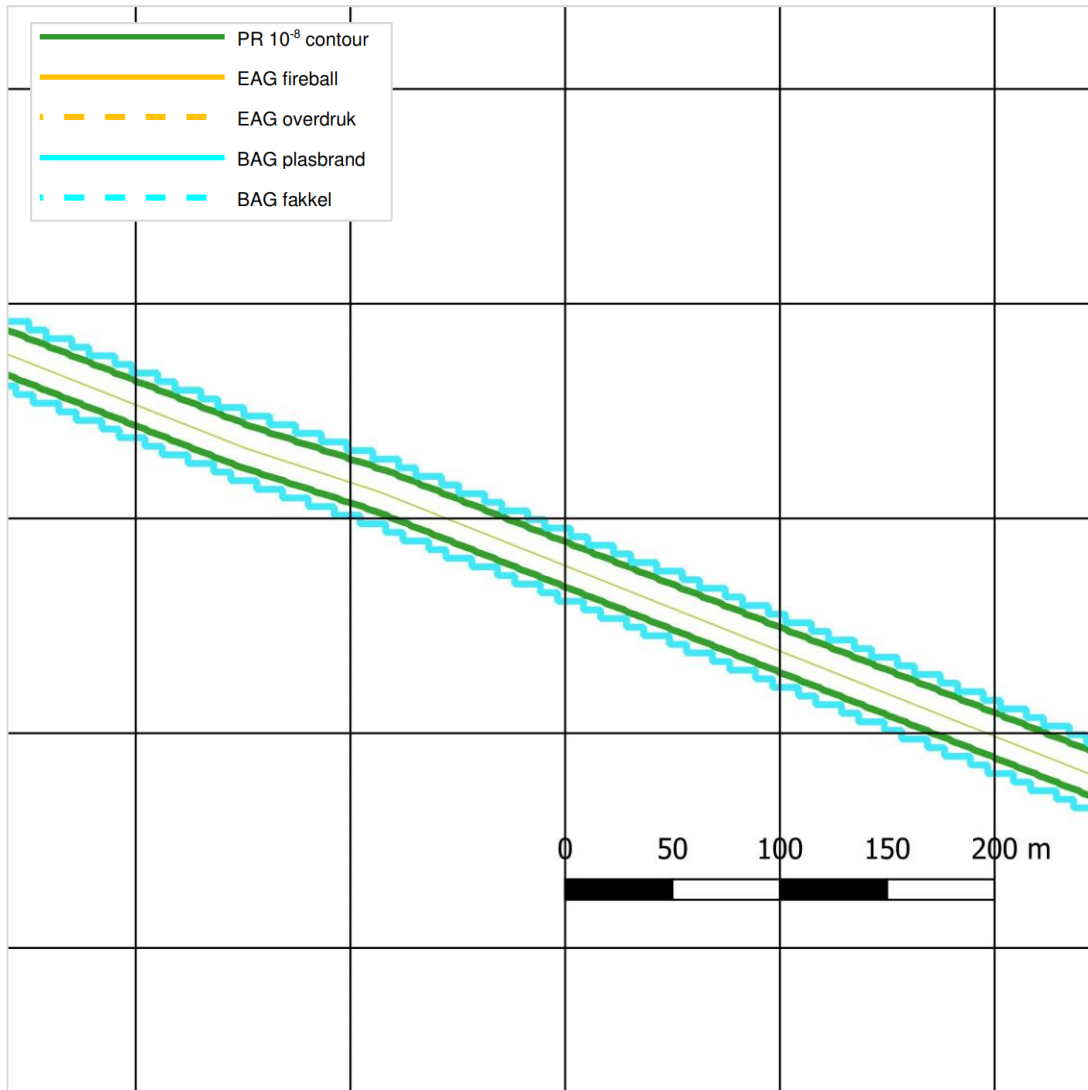
Figuur 50. Bedrijf 30: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Leiding 1



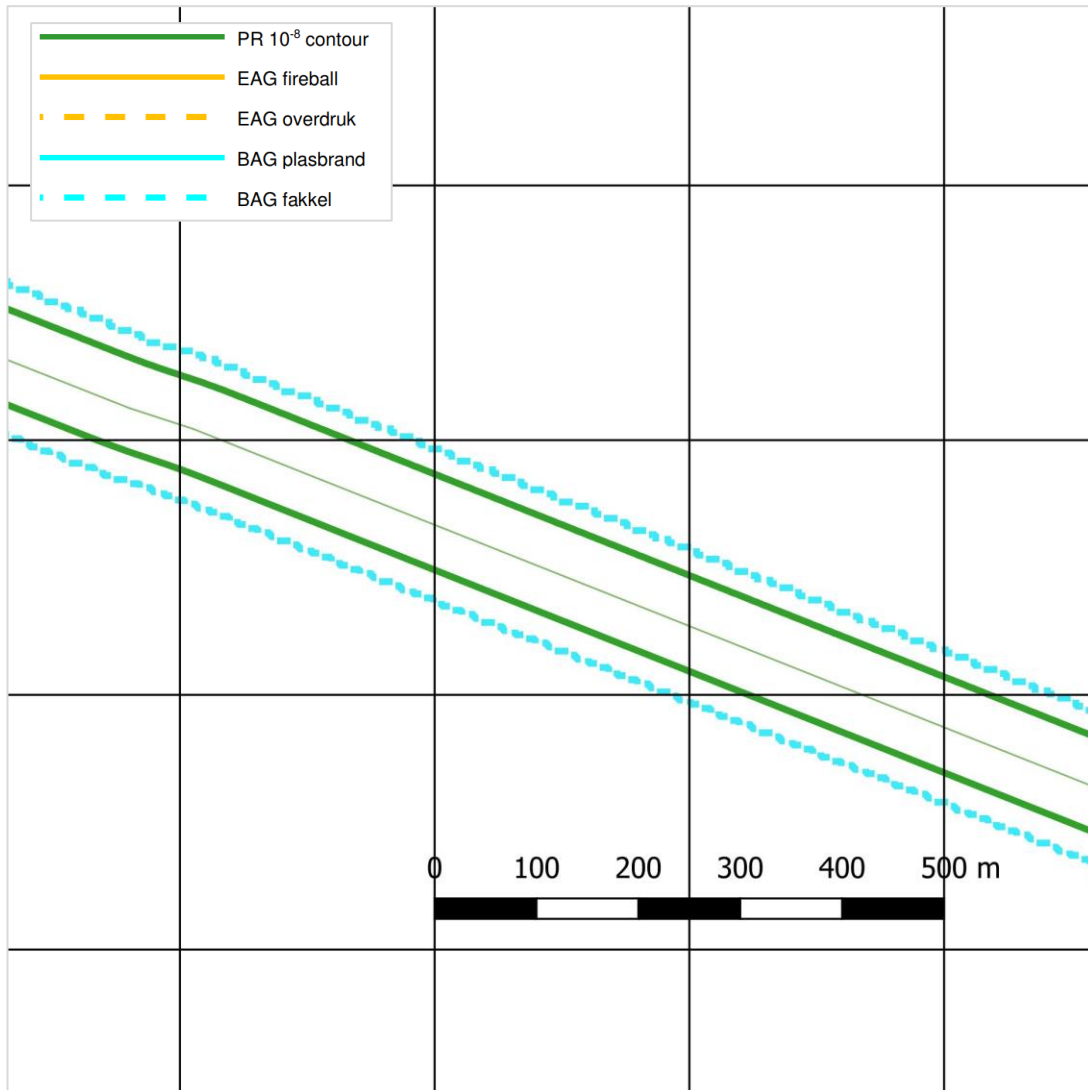
Figuur 51. Leiding 1: PR 10^{-8} contour, GAG huidig, GAG overig vv1 en GAG overig vv6

Leiding 2



Figuur 52. Leiding 2: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

Leiding 2



Figuur 53. Leiding 3: PR 10⁻⁸ contour, Bag en EAG

Bijlage 1 Afstandstabellen GAG PGS 15

Hieronder worden de door het RIVM opgestelde afstandstabellen voor het GAG van PGS 15 loodsen getoond [6] gebaseerd op een dosisbenadering. De afstandstabellen worden gegeven voor het GAG gebaseerd op het vrijkomen van toxische verbrandingsproducten en een tabel gebaseerd op het vrijkomen van onverbrand product.

Deze beide tabellen zijn opgesteld voor de uitgangspunten zoals die door de werkgroep zijn voorgesteld (ventilatievoud 1 keer per uur en een latentie van 1800 seconden) en ze zijn opgesteld voor de uitgangspunten zoals het RIVM deze heeft vastgesteld (ventilatievoud 6 keer per uur en een latentie van 7200 seconden).

Tabel 11 Berekende effectgebieden (afstand tot het midden van de loods) voor een gemiddelde stofsamenstelling met 10% stikstof, zwavel en chloor als functie van loodsoppervlak A_{loods} en loodshoogte H_{loods} . De afstanden zijn berekend voor ventilatievoud 1 per uur en latentie 1800 s.

Loods- oppervlak A_{loods}	Loodshoogte H_{loods}			
	8 m	10 m	15 m	25 m
300 m ²	150 m	130 m	90 m	60 m
500 m ²	220 m	200 m	140 m	90 m
1000 m ²	250 m	260 m	280 m	170 m
1500 m ²	250 m	260 m	280 m	270 m
2500 m ²	250 m	260 m	250 m	300 m

Figuur 54. GAG afstanden PGS 15 dosisbenadering vv1 toxische verbrandingsproducten

Tabel 12 Het berekende effectgebied (afstand tot het midden van de loods) voor onverbrand giftig product (met $M = 140 \text{ g/mol}$ en $LBW_{30} = 10 \text{ mg/m}^3$) De afstanden zijn berekend voor ventilatievoud 1 per uur en latentie 1800 s.

Φ_{tox} (kg/s)	H_{loods}	
	< 15 m	$\geq 15 \text{ m}$
0,05	30 m	-
0,06	40 m	-
0,07	40 m	-
0,08	50 m	-
0,09	50 m	-
0,1	50 m	-
0,2	90 m	60 m
0,3	150 m	90 m
0,4	210 m	100 m
0,5	260 m	120 m
0,6	310 m	130 m
0,7	350 m	170 m
0,8	400 m	210 m
0,9	440 m	240 m
1	470 m	280 m
2	820 m	590 m
3	1100 m	850 m
4	1300 m	1100 m
5	1600 m	1300 m
6	1800 m	1500 m
7	2000 m	1600 m
8	2100 m	1800 m
9	2300 m	2000 m
10	2500 m	2100 m
20	3800 m	3400 m
30	5000 m	4400 m
40	5900 m	5300 m
50	6800 m	6100 m
60	7500 m	6800 m
70	8400 m	7600 m
80	9100 m	8200 m
90	9900 m	8800 m
100	10500 m	9500 m

Figuur 55. GAG afstanden PGS 15 dosisbenadering vv1 onverbrand toxisch product

Tabel 8 Berekende effectafstanden (afstand tot het midden van de loods) voor een gemiddelde stofsamenstelling met 10% stikstof, zwavel en chloor als functie van loodsoppervlak A_{loods} en loodshoogte H_{loods} . De afstanden zijn berekend voor ventilatievoud 6 per uur en latentie 7200 s.

Loods- oppervlak A_{loods}	Loodshoogte H_{loods}			
	8 m	10 m	15 m	25 m
300 m ²	310 m	280 m	230 m	140 m
500 m ²	440 m	410 m	350 m	250 m
1000 m ²	490 m	520 m	590 m	460 m
1500 m ²	490 m	520 m	600 m	650 m
2500 m ²	490 m	520 m	580 m	720 m

Figuur 56. GAG afstanden PGS 15 dosisbenadering vv6 toxische verbrandingsproducten

Tabel 2 Effectafstanden (afstand tot het midden van de loods) voor onverbrand giftig product als functie van de bronterm Φ_{tox} en loodshoogte H_{loods} . De effectafstand is berekend met ventilatievoud 6 en latentie 7200 s.

Φ_{tox} (kg/s)	H_{loods}	
	< 15 m	≥ 15 m
0,05	60 m	-
0,06	60 m	-
0,07	70 m	-
0,08	80 m	40 m
0,09	90 m	60 m
0,1	100 m	70 m
0,2	230 m	110 m
0,3	340 m	160 m
0,4	430 m	240 m
0,5	510 m	310 m
0,6	600 m	390 m
0,7	670 m	460 m
0,8	740 m	520 m
0,9	810 m	580 m
1	870 m	640 m
2	1400 m	1100 m
3	1900 m	1600 m
4	2300 m	1900 m
5	2600 m	2200 m
6	2900 m	2500 m
7	3200 m	2800 m
8	3500 m	3100 m
9	3800 m	3300 m
10	4100 m	3600 m
20	6300 m	5600 m
30	8000 m	7300 m
40	9600 m	8700 m
50	11000 m	10000 m
60	12100 m	11300 m
70	13400 m	12300 m
80	14600 m	13400 m
90	15600 m	14500 m
100	16600 m	15300 m

Figuur 57. GAG afstanden PGS 15 dosisbenadering vv6 onverbrand toxisch product