

Stort Klimmen

Voerendaal

Non-destructief bodemonderzoek

Verantwoording**Algemene informatie**

Titel:	Stort Klimmen te Voerendaal, Non-destructief bodemonderzoek
Medusa Project:	2009-P-256
opdrachtgever:	Provincie Limburg
Medusa Rapport/versie:	2009-P-256-Klimmen-V01
Datum:	05/02/2010
Opdracht:	In kaart brengen contouren van een oude stortlocatie
Medusa Projectleider:	R.L. Koomans
Rapportage:	H. Jonkman, R.L. Koomans, F.M. van Egmond
Operators Medusa	M. Huizenga, M. van der Boor
Datum uitvoering	13 Oktober 2009 en 28 januari 2010.

Locatie informatie

Locatie	Stort Klimmen te Voerendaal
Bodemtype	Zand
Weersomstandigheden veldwerk	Normaal
Verstorende elementen tijdens veldwerk	Geen

Techniek

Gebruikte sensoren	Medusa, grondradar, XRF
Lijn/raai interval	Afhankelijk van locatie
Positionering	RTK-GPS
Positienauwkeurigheid	50 cm

Medusa Explorations BV

Postbus 623
9700 AP Groningen,
Telefoon: 050- 5770280
Email: info@medusa-online.com
www.medusa-online.com

Inhoud

Inhoud	3
1 Introductie	4
1.1 Kader	4
1.2 Vraag	4
2 Basisgegevens	5
2.1 Gebied	5
3 Veldwerk	7
3.1 Aanpak	7
3.2 Gebruikte meetsystemen	7
3.2.1. Radar	7
3.2.2. Medusa systeem	8
3.2.3. XRF	10
3.3 Uitvoering van het veldwerk	10
4 Resultaten	11
4.1 Interviews bewoners	11
4.2 Verwerking en interpretatie van de gegevens	11
4.2.1. Radarmetingen	11
4.2.2. Metingen chemie (XRF en Medusa)	12
5 Kaartinformatie	15
5.1 Laagopbouw	15
5.2 Dikte afdeklaag	15
5.3 Dikte overgangslaag	15
5.4 Diepte bovenkant stortlichaam	16
5.5 Gemeten radar surveylijnen	16
5.6 Verontreinigingsklassen	17
5.7 Eindconclusie	17
Bijlagen: Kaarten en tabellen	18

1 **Introductie**

1.1 Kader

Tussen de woonkernen Klimmen, Termaar en Craubeek, gemeente Voerendaal aan de Schoolstraat, Schalenboschweg ligt een voormalige stortlocatie, stort Klimmen, waar in het verleden allerlei materialen zoals huisvuil en bouw- en sloopafval gestort door de gemeente (zie ook het verslag naar aanleiding van gesprekken met de bewoners paragraaf 4.1).

De omvang van de stort en de aard van het stortmateriaal zijn echter niet precies bekend. Het is ook niet duidelijk of er zich in de afdeklaag bovenop de stort schadelijke stoffen bevinden, die een gevaar voor de volksgezondheid kunnen opleveren.

Bij dit onderzoek wordt aangesloten bij de systematiek die in het ‘Protocol nader bodemonderzoek voormalige Stortplaatsen’ is beschreven. Hierbij wordt voorafgaand aan het booronderzoek een non-destructief onderzoek uitgevoerd om de variatie in het gebied in kaart te brengen.

1.2 Vraag

Om de contour van de stort en om de kwaliteit van de afdeklaag in kaart te brengen, is Medusa BV gevraagd om een non-destructief onderzoek uit te voeren. Bij dit onderzoek worden grondradar, een Medusa sensor en een XRF systeem gecombineerd. Deze integratie van systemen is bedoeld om in één meetsessie de omvang van de stort en eventuele vervuiling in kaart te kunnen brengen.

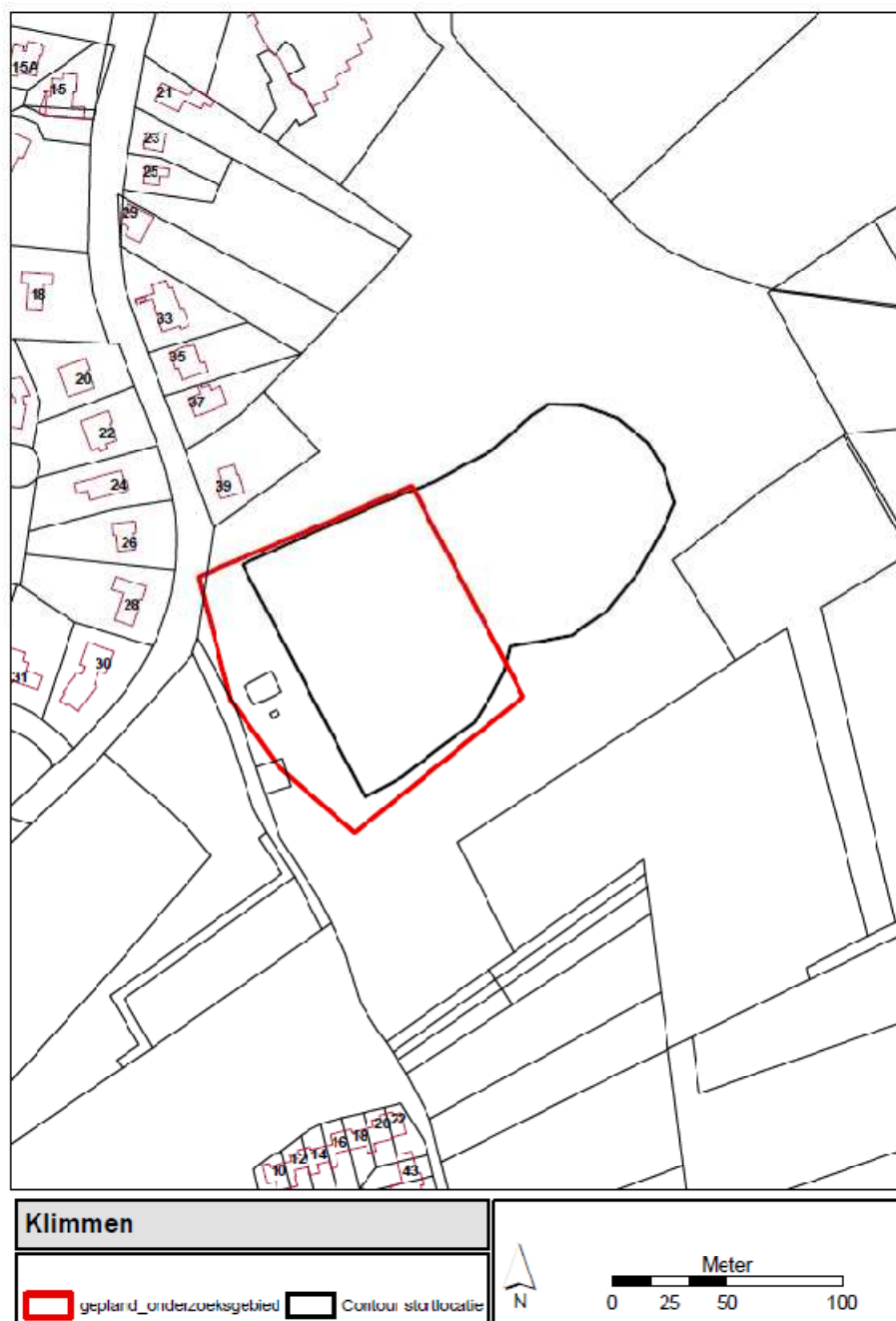
Samengevat moeten in dit onderzoek twee vragen worden beantwoord:

- Wat is de verwachte omvang van de stortlocatie?
- Wat is de variatie in kwaliteit en samenstelling van de afdeklaag?

2 Basisgegevens

2.1 Gebied

Het onderzoek is uitgevoerd aan de Schoolstraat, Schalenboschweg tussen de woonkernen Klimmen, Termaar en Craubeeck in de gemeente Voerendaal. (Figuur 1).



Figuur 1: de locatiekaart met de verwachte contour van de stortlocatie op basis van eerder onderzoek en de omvang van het geplande onderzoeksgebied.

Op de kaart van Figuur 1 staat een lijn ingetekend waar naar verwachting de contour van het stort zou moeten liggen. Deze contour is aangeleverd door Provincie Limburg en is gebaseerd op eerdere VOS onderzoeken¹ en gesprekken met bewoners. Om de contour van het stort te kunnen bepalen, moet niet alleen het stort worden ingemeten, maar moet (natuurlijk binnen grenzen van het redelijke) buiten de stort worden gemeten om te bepalen waar het stort niet meer aanwezig is. Om de grootte van het onderzoeksgebied te bepalen, zijn de volgende keuzes gemaakt:

- Het onderzoeksgebied ligt binnen een buffer van 20 meter rondom de verwachtingscontour.
- Wanneer deze buffer net over een duidelijke geografische grens (bijvoorbeeld een weg) heen gaat, loopt het onderzoeksgebied tot deze grens.
- Wanneer een onderzoeksgebied net even kleiner is dan een logische geografische eenheid (bijvoorbeeld een huizenblok), dan wordt de gehele geografische eenheid onderzocht (ook om onrust te voorkomen wanneer binnen een aaneengesloten woonwijk enkele bewoners geen onderzoek krijgen).
- Het onderzoek richt zich op locaties waar humaan risico op kan treden. Wanneer grote delen van de contour uit bos of weiland bestaan, zal hierin geen onderzoek worden uitgevoerd.

Op basis van deze keuzes en een aanvulling op basis van gesprekken tijdens de bewonersavond, is de omvang van het te onderzoeken gebied bepaald. De grootte van het onderzoeksgebied is ook in Figuur 1 aangegeven (in rood).

¹ Afdeklaagonderzoek voormalige stortplaatsen, Stort Klimmen te Voerendaal, locatiecode 4950004. September 2005, Royal Haskoning in opdracht van Provincie Limburg. Rapport: 9R1325.01/4950004/HVDW/Maas

VOS LI-000-094-06, Stort Klimmen, Gemeente Voerendaal, VOS-CODE 4950004-150. Oktober 1996, Tauw in opdracht van Provincie Limburg. Rapport: V4950004.B01/RJB

3.1 Aanpak

Onderzoek aan de bodem is vaak koffiedik kijken. Objecten en geologische structuren liggen meestal onzichtbaar verborgen in de grond, evenals chemische verontreiniging of andere ongewenste zaken. Om toch een goed beeld te krijgen van de opbouw en samenstelling van de bodem, worden boringen gezet en bodemmonsters genomen. Aangezien op voorhand meestal niet bekend is waar zich de problemen precies bevinden, worden de boringen op een vast raster uitgezet.

De kans is daarmee groot dat tegelijk teveel boringen op 'oninteressante' locaties worden gezet, terwijl de probleemlocaties onderbelicht blijven.

Een geofysisch (non-destructief) vooronderzoek kan, bijvoorbeeld in combinatie met een historisch onderzoek, de keuze voor de boorlocaties aanmerkelijk verbeteren. Met behulp van geofysische methoden wordt een gebiedsdekkend beeld van de bodem verkregen op basis waarvan boringen gericht gezet kunnen worden. Dit leidt enerzijds tot besparingen in het aantal boringen en analyses, anderzijds wordt het gebied waar zich de problemen bevinden beter bemonsterd.

Het uiteindelijke doel van een non-destructief onderzoek als hier beschreven, is om het nader onderzoek richting te geven. Op basis van de geofysische metingen kan nader onderzoek veel preciezer worden ingezet, hetgeen zal leiden tot tijd- en kostenbesparingen. Daarnaast zal de kwaliteit van het nader onderzoek verhoogd worden omdat de aandacht kan worden gefocust op die delen van het onderzoeksgebied, waar de problemen zich daadwerkelijk bevinden.

Voorafgaand aan de meetsessie zijn bij het plannen van het meetwerk interviews afgenomen bij de bewoners. Daarnaast is tijdens het veldwerk bij de bewoners informatie verzameld over de ligging en omvang van de stortlocatie.

3.2 Gebruikte meetsystemen

3.2.1. Radar

Een grondradarsysteem bestaat uit een combinatie van een elektromagnetische zender en ontvanger. Bij het meten wordt een hoogfrequente radiopuls door de zendspoel uitgezonden en gereflecteerd op bepaalde lagen of objecten in de bodem, die andere elektromagnetische eigenschappen hebben dan de bodem eromheen.

De meting legt de looptijd van de radiopuls vast tussen het moment van uitzenden en het moment van ontvangst van een reflectie. De looptijd wordt bepaald door de diepte van het object waarop de reflectie plaatsvindt, waarbij de voortplantingssnelheid van de radargolf in de grond afhangt van de diëlektrische constante van de bodem. De methode is enigszins vergelijkbaar met seismische metingen, waarbij een uitgezonden geluidsgolf weerkaatst op bodemlagen of objecten met verschillende dichtheden.

In de praktijk wordt met het grondradar systeem bewegend, een semicontinue meting uitgevoerd: tientallen keren per seconde wordt een puls uitgezonden en wordt de looptijd van de reflecties (en daarmee de diepte van de reflector) geregistreerd. Tegelijkertijd wordt de positie van het systeem vastgelegd met een RTK-GPS- systeem. De metingen worden al rijdend/lopend uitgevoerd.

De kwaliteit van metingen met een grondradar wordt vooral bepaald door de geleidbaarheid van de bodem: in een ondergrond met een relatief hoge geleidbaarheid zal het signaal snel afzakken met de diepte, waardoor er minder sterke reflecties worden waargenomen bij de ontvanger aan de oppervlakte.

Ook de keuze van het radarsysteem speelt een belangrijke rol in de kwaliteit van metingen: de amplitude van een signaal met een relatief hoge frequentie (in dit geval 500-750 MHz) neemt eerder af met de diepte dan de amplitude van een relatief lage frequentie (300 MHz). Dit betekent dat een hoogfrequent signaal een beter onderscheidend vermogen heeft in de bovenste lagen, maar dat de penetratiediepte een stuk minder is dan bij een systeem met een laagfrequent signaal. Bij het zoeken naar bepaalde objecten moet er dus rekening mee worden gehouden op welke diepte deze objecten gevonden zullen worden en wat de omvang ervan is.

Het resultaat van deze analyse geeft een kwalitatief maar gebiedsdekkend beeld van de aanwezigheid van objecten/harde lagen in de bodem. Deze informatie kan worden gebruikt om een efficiënt boorplan te maken.



Figuur 2: bij de veldmetingen wordt de radarantenne (rode doos) in een karretje over de locatie gereden. Een RTK-GPS is op het karretje bevestigd.

3.2.2. Medusa systeem

Het Medusa systeem is een geofysisch meetsysteem ontwikkeld voor de bepaling van textuur, korrelgrootte en chemische samenstelling van de top laag (bovenste 50 cm) van de bodem. De Medusa sensor meet de (van nature voorkomende) radioactieve straling uit de grond. Deze straling is afkomstig van langlevende isotopen van kalium (^{40}K), uranium (^{238}U) en thorium (^{232}Th). Daarnaast zijn er zeer lage concentraties cesium (^{137}Cs) in de grond aanwezig, uit de fall-out ten gevolge van het ongeluk met de nucleaire reactor in Chernobyl (1986) en de bovengrondse kernproeven in de vroege jaren '60 van de vorige eeuw. Al deze radioactieve stoffen komen in zeer lage concentraties voor in de bodem en vormen qua straling geen gevaar voor de volksgezondheid.

De door Medusa gebruikte methode wordt ook wel spectraal gamma genoemd en wordt veel gebruikt in boorgatmetingen en geologische exploratie vanuit de lucht.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat verschillende mineralen en bodemtypen kunnen worden onderscheiden doordat ze verschillen in concentraties ^{40}K , ^{238}U en

^{232}Th . Dit verschijnsel noemt men de ‘radiometrische vingerafdruk’² van een mineraal. De mate waarin de mineralen verschillen is afhankelijk van het soort mineraal (kleimineralen zijn anders dan zinkerts), van de afkomst (graniet uit de Alpen is anders dan Schots graniet) en van de ouderdom (erosie van mineralen leidt onder meer tot het uitwassen van radioactieve isotopen).

De fingerprint van een mineraal kan in het lab worden bepaald door onder gecontroleerde omstandigheden in een monster de concentraties ^{40}K , ^{238}U en ^{232}Th te bepalen. Tegelijk kunnen van hetzelfde monster ook andere eigenschappen worden bepaald (bijvoorbeeld de zware-metaalconcentratie, de textuur, de mineraalsamenstelling, etc.). In veel gevallen blijkt er een relatie te bestaan tussen één of meer van de radioactieve stofconcentraties en één (of meer) van de textuur- of chemische eigenschappen van het monster. Als zo’n relatie ook bestaat voor een *verzameling* monsters uit een gebied, kan een ijklijn worden bepaald. Zo’n ijklijn beschrijft dan de vertaling van de radiometrische data naar de gewenste bodemeigenschap (textuur of chemie).

Figuur 3 laat zien hoe de metingen van de Medusa sensor worden uitgevoerd.



Figuur 3: steekwagen met daarop de Medusa sensor (doorzichtige buis) en meetcomputer met GPS.

² De “fingerprint” van een mineraal is de concentratievector $[C_K, C_U, C_{Th}]$, waarbij de concentraties C gegeven zijn in Bq/kg DS (Bequerels per kilogram drogestof), waarbij de Bequerel de eenheid van straling is.

3.2.3. XRF

De XRF-analyser is een draagbaar analyse-apparaat, dat op basis van röntgen- en fluorescentietechniek de concentraties van diverse zware metalen in de bodem nauwkeurig kan vast stellen.

Door de on-site inzetbaarheid en de snelle analysemethodiek is het apparaat ideaal voor het effectief inkaderen van verontreiniging, nauwkeurig vaststellen van ontgravingsgrenzen bij saneringen en indicatieve kwaliteitsbepalingen van vrijkomende grond.



Figuur 4: XRF-analyser

3.3 Uitvoering van het veldwerk

Het veldwerk is uitgevoerd op 13 oktober 2009. Door technische problemen met de grondradar, zijn de metingen opnieuw uitgevoerd op 28 januari 2010.

Voor de veldwerkzaamheden zijn geofysisch onderzoek en bodembemonstering uitgevoerd:

1. Er zijn metingen gedaan met een XRF en met de Medusa sensor.
2. In het gebied zijn waar mogelijk metingen uitgevoerd met een grondradar.

Voor een weergave van de onderzochte locaties bijlage 4.

4 Resultaten

4.1 Interviews bewoners

De meetlocatie bestaat uit sportvelden van sportclub Klimmania. Voorafgaand aan de meting zijn bestuursleden van Klimmania geïnterviewd betreffende hun ervaringen met eventueel aanwezig stortmateriaal op de velden. De ervaringen zijn weergegeven in tabel 1. De stort bestaat uit huisvuil en bouw- en sloopafval van verschillende gemeentes, dat tussen 1949 en 1975 is gestort in een oude kalkgroeve.

Tabel 1: overzicht van interviews met bewoners en bevindingen tijdens veldwerk.

Straat	Opmerkingen
Sportvelden	Bij boringen in de eerste 5 meter is bodemvreemd materiaal (Kolenassen/plastic/glas/puin) aangetroffen. De locatie was vroeger een droog dal dat steeds werd bijgevuld met stortmateriaal. In 1969 is het afgedicht. De laatste twee velden zijn in '75-'78 opgevuld. Het zuidelijke talud is gebruikt om de stort mee af te dekken en af te vlakken. Waar nu het meest westelijke speelveld ligt, werd vroeger gestort door Gemeente Klimmen. Op de andere twee velden werd gestort door andere gemeenten zoals Valkenburg en Schinnen. Op het middelste veld komen glas en stukken plastic naar boven. Het achterste veld heeft veel last van verzakkingen. Beide velden zijn regelmatig opgehoogd. De contour van de stort ligt volgens bestuursleden van Klimmania anders dan aangegeven door de provincie. Volgens een bestuurslid is de afdeklaag op het westelijke veld rond de 80cm op de andere twee velden 30-50 cm.

4.2 Verwerking en interpretatie van de gegevens

4.2.1. Radarmetingen

De meetgegevens van de grondradar worden verwerkt door ze in te voeren in een computermiddel. Daarin worden ze gecombineerd met de GPS die tegelijkertijd is opgenomen. De radarbeelden zijn handmatig geïnterpreteerd waarbij markers³ zijn geplaatst op kenmerkende structuren.

Bij dit onderzoek in Klimmen is in het een gedeelte van het onderzoeksgebied een duidelijke verrommelde laag waargenomen. Deze laag bevindt zich onder een laag zonder objecten en met horizontale structuren. De diepte van deze laag (en daarmee de dikte van de erboven liggende laag) varieert van ongeveer 5 tot 150 cm (–mv.). Deze duidelijke laagovergang is geïnterpreteerd als de bovenkant van de stort.

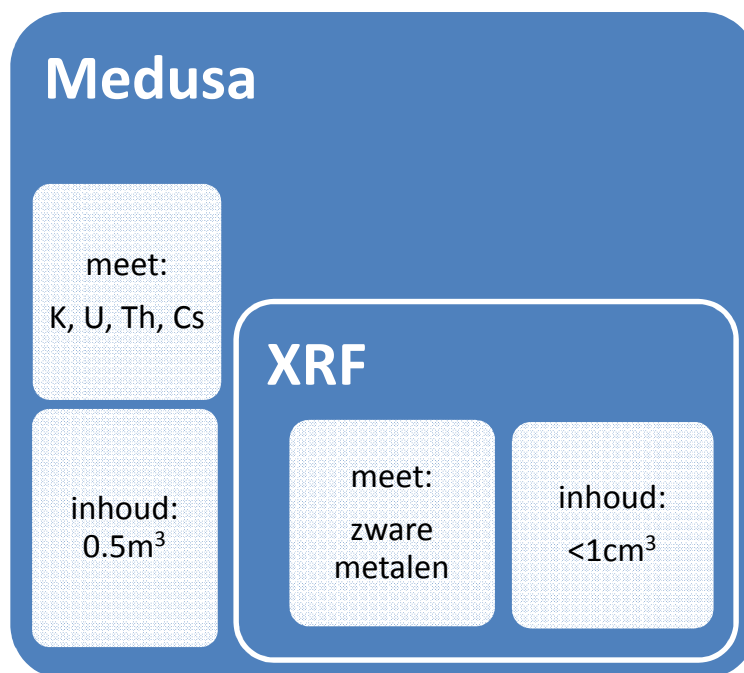
Op sommige locaties is een niveau aangetroffen onder de afdeklaag waarin matig tot veel objecten te zien zijn in de radarbeelden. Dit niveau is geïnterpreteerd als een overgangslaag (20-50% bodemvreemd materiaal). Deze kan zich bevinden zowel boven een stortlichaam als ook op plaatsen waar geen echte stort is geïnterpreteerd.

De resultaten van deze analyses zijn gereduceerd tot geïnterpreteerde kaarten waarin de dikte van de afdekkende laag is weergegeven (zie 5.2 en bijlage 1), de dikte van de overgangslaag (zie 5.3 en bijlage 2) en de diepte van de bovenkant van de stort (zie 5.4 en bijlage 3).

³ Een marker is een punt die op een opmerkelijke laagovergang in het radarbeeld wordt gezet.

4.2.2. Metingen chemie (XRF en Medusa)

De metingen van chemie met Medusa en XRF zijn gebruikt om inzicht te krijgen in de verontreinigingsgraad van de toplaag van de gemeten locaties. De gebruikte methoden hebben tot doel om snel de gehalten van een aantal chemische elementen te screenen: met Medusa worden een aantal chemische elementen (K, U, Th, Cs) tot op een diepte van ongeveer 0.5 m (binnen een volume van 0.5 m³) gemeten; met de XRF worden de concentraties van een aantal zware metalen in een oppervlak van 1cm² gemeten (5).



figuur 5: Het Medusa systeem geeft informatie over een groot volume, de XRF metingen geven informatie op één klein punt.

Het Medusa systeem meet concentraties (van nature voorkomende) radioactieve sporenelementen⁴ in een groot bodemvolume. Deze metingen zijn representatief voor een groot deel van een tuin, maar geven geen directe informatie over de verontreinigingsgraad van de bodem in termen van zware metalen. Het XRF systeem meet de absolute gehalten van deze zware metalen, maar deze metingen worden gedaan aan een klein oppervlak (minder dan 1cm²), en bij de XRF metingen wordt geen informatie verzameld over de textuur van de bodem (om voor humus en lutum te kunnen corrigeren).

Wanneer alleen de XRF waarden zouden worden gebruikt voor toetsing aan de toetsingswaarden, moet een gemiddelde bodemsamenstelling over het onderzoeksgebied worden aangenomen omdat de gehalten lutum en humus per punt niet beschikbaar zijn. Variaties als gevolg van veranderingen in het gehalte lutum en humus kunnen hierdoor dus niet worden meegenomen.

Uit verschillende onderzoeken⁵ is gebleken, dat de gehalten van de radioactieve sporenelementen als voorspeller kunnen worden gebruikt voor de variatie in

⁴ NB: de concentraties hiervan zijn dermate laag dat dit geen gevaar voor de gezondheid geeft

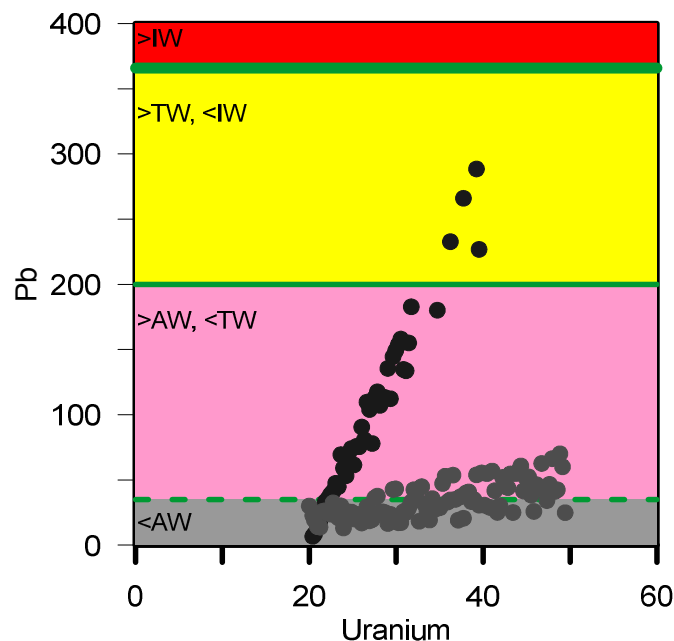
⁵ van der Graaf, E.R., Koomans, R.L., Limburg, J. and de Vries, K. 2007. In situ radiometric mapping as a proxy of sediment contamination: Assessment of the underlying geochemical and -physical principles. *Applied Radiation and Isotopes*, **65**: 619-633.

verontreiniging. Om deze variatie te koppelen aan een gehalte van een zwaar metaal is echter een calibratie met een ander systeem (in dit geval een XRF) nodig. Tijdens deze calibratie kan niet alleen worden bepaald hoe hoog de gehalten zijn, er wordt ook onderscheid gemaakt in een verhoging op basis van een antropogene bron, of op basis van natuurlijke variatie als gevolg van toename in het lutum gehalte (daarom wordt immers een correctie voor standaardbodem gebruikt in de bepaling van de achtergrond- en interventiewaarden).

Door de metingen van XRF en van Medusa te combineren, krijgen we informatie van de concentraties zware metalen in een groot meetvolume (hierdoor kan een gebiedsdekkend overzicht over een geheel perceel worden gekregen), en kunnen we onderscheid maken tussen verhoging in metaalgehalten als gevolg van variaties in lutum, humus en tussen verhoging als gevolg van een antropogene inbreng van zware metalen.

In figuur 6 is een voorbeeld weergegeven van een verband tussen lood en uranium voor antropogene verhoging boven de achtergrondwaarde (AW) en tussenwaarde (TW) en voor een natuurlijke verhoging boven de achtergrondwaarde (AW), als gevolg van variaties in lutum en humus gehalte. In dit onderzoek worden deze twee datasets van elkaar gescheiden. Van de antropogene verhoging worden de waarden getoetst aan de toetsingswaarden. Voor deze toetsingswaarden wordt een gemiddeld lutum en humus gehalte voor het hele onderzoeksgebied genomen.

Met behulp van XRF kunnen alleen de gehalten van zink, lood, koper en arseen met voldoende nauwkeurigheid worden geijkt. Daarom zijn deze waarden getoetst aan de interventiewaarde, achtergrondwaarde en tussenwaarde (Tabel 2). In de tabel in de bijlage zijn alle metingen met XRF aan deze waarden getoetst, in de kaart zijn echter alleen de resultaten van de Medusa metingen opgenomen.



figuur 6: Voorbeeld op basis van een synthetische dataset met een verband tussen lood en uranium voor natuurlijke variatie (grijze punten) en antropogene bron (zwarte punten). De

grenswaarden (achtergrondwaarde, tussenwaarde, interventiewaarde) zijn berekend met behulp van een gemiddelde lutum en humus gehalte over het gehele projectgebied.

Tabel 2: overzicht van de gebruikte toetsingswaarden, bij een lutum percentage van 12.5 % en een humus percentage van 1.9 %.

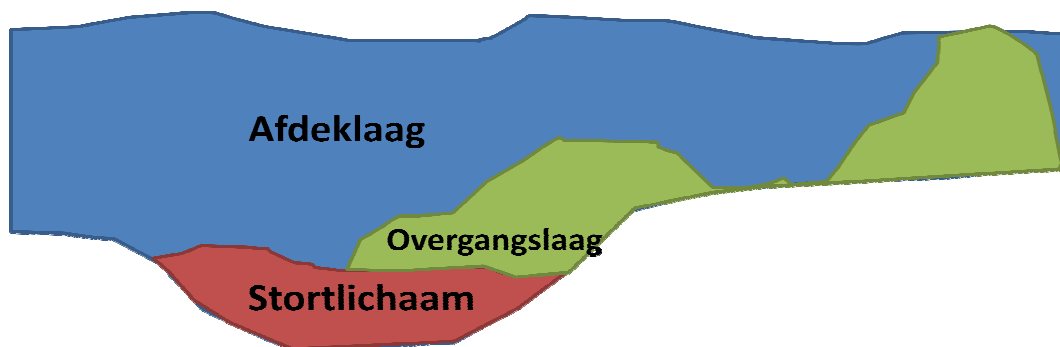
	Cu	Zn	Pb	As
Interventiewaarde [PPM]	125	465	402	55
Tussenwaarde [PPM]	76	278	220	34
Achtergrond (AW2000) [PPM]	26	91	38	14

5 Kaartinformatie

5.1 Laagopbouw

Een locatie waar materiaal gestort is, kan sterk variëren in opbouw van de bodem. Om toch inzicht te krijgen in de laagopbouw zijn kaarten (bovenaanzichten) gemaakt van drie verschillende typen materiaal waaruit een locatie zal zijn opgebouwd (Figuur 7):

- *Afdeklaag*
In de afdekkende laag is niet meer dan 20% bodemvreemd materiaal (bijvoorbeeld puin) bijgemengd.
- *Overgangslaag*
In de overgangslaag is 20 tot 50% bodemvreemd materiaal (o.a. puin) bijgemengd. Deze laag bevat losliggend bodemvreemd materiaal.
- *Stortlichaam*
Het stortlichaam heeft een hoge concentratie bodemvreemd materiaal (>50%). Over het algemeen zal dit stortlichaam worden gekenmerkt door een harde bovenkant.



Figuur 7: schematisch voorbeeld van de opbouw van een stortlocatie, met daarin de naamgeving van de verschillende lagen.

5.2 Dikte afdeklaag

Op de kaart 'dikte afdeklaag' is in eenheden van 0.5 m. aangegeven hoe dik de afdekkende laag is. In de afdekkende laag is niet meer dan 20% bodemvreemd materiaal (bijvoorbeeld puin) bijgemengd. Er is alleen een afdeklaag ingetekend op plaatsen waar of een stortlichaam, of een overgangslaag of beide is aangetroffen.

Op de kaart is te zien dat de afdekkende laag op de meeste plaatsen dunner dan 50 cm is (geel).

5.3 Dikte overgangslaag

Op de kaart 'dikte overgangslaag' (zie bijlage 2) is in eenheden van 50 cm aangegeven hoe dik de overgangslaag is. In deze laag is 20-50% bodemvreemd materiaal (o.a. puin) bijgemengd.

In het gebied onder de sportvelden en ten noorden hiervan is een verrommelde laag aangetroffen die geclassificeerd kan worden als overgangslaag. Deze bevindt zich niet altijd boven een stort. Op deze plaatsen is de dikte van de overgangslaag 150 cm of meer. Op de westelijke twee velden is de overgangslaag dunner. De dikte varieert hier tussen 20 en 100 cm. De overgangslaag bevat minder, maar vooral ook fijner stortmateriaal dan de laag die geclassificeerd wordt als stort. Omdat het waarschijnlijk is dat plaatsen met overgangslaag maar zonder

stortlichaam wel in gebruik zijn geweest als stort, ook al bestaat dit dan uit fijner en minder stortmateriaal, is een overgangslaagcontour aangegeven op de kaart. Deze is getrokken rond aangesloten locaties waar een overgangslaag is aangetroffen. Wanneer aan de randen van de ingetekende overgangslaag ook metingen zijn gedaan waar de laag niet op voor komt of als de laag grenst aan een steilrand is de contour aangegeven met een doorgetrokken lijn. Op plaatsen waar de overgangslaag niet afgebakend kan worden is deze aangegeven met een gestippelde lijn.

5.4 Diepte bovenkant stortlichaam

Op de kaart 'diepte bovenkant stort' (zie bijlage 3) is in eenheden van 50 cm aangegeven óf en hoe diep de bovenkant van de stort voorkomt.

Op de kaart is aangegeven dat voornamelijk op de westelijke twee velden stort is geïnterpreteerd. Deze begint op een diepte variërend van 10 tot 150 cm met een verloop waarbij de diepte toeneemt in oostelijke richting.

In de laag die geïnterpreteerd wordt als stortlichaam komen meer en grotere objecten voor dan in de laag die geïnterpreteerd wordt als overgangslaag. Terwijl de diepte van de bovenkant van de stort toeneemt in oostelijke richting neemt de dikte van de overgangslaag evenredig toe in oostelijke richting. De dikte van de afdeklaag blijft dan ook gelijk.

Dit verschil en deze trend zijn mogelijk gerelateerd aan de historie van de stortlocatie (zie paragraaf 4.1). Op het westelijke veld is voornamelijk gestort door de gemeente Klimmen, op de andere velden is voornamelijk gestort door andere gemeenten. Een andere verklaring zou het jaar van afdichting kunnen zijn. Ook dit is niet gelijk voor de 3 velden. Verder is het meest oostelijke veld regelmatig opgehoogd wegens verzakkingen. Meer bijmenging van grond betekent minder stortmateriaal over een bepaalde diepte. Mogelijk is hier zoveel grond bijgemengd, dat de classificatie is verschoven van stortlichaam (>50% bodemvreemd materiaal) naar overgangslaag (20-50% bodemvreemd materiaal).

De zalmkleur op de kaart geeft aan waar wel met de radar gemeten is, maar waar geen duidelijke marker is aangetroffen die als de bovenkant van een stort geïnterpreteerd kan worden.

Rondom aaneengesloten locaties waar de radarbeelden duiden op stortmateriaal zijn contouren getrokken die kunnen wijzen op het voorkomen van de stort. Deze zijn weergegeven in bijlage nr. 3.

De waarde van deze interpretaties moet blijken uit de te plaatsen boringen, want alleen daarmee is te verifiëren wat de gevonden markers en reflecties voorstellen.

5.5 Gemeten radar surveylijnen

Op de kaart 'gemeten radar surveylijnen' (bijlage 4) is met een groene kleur aangegeven waar met de radarapparatuur is gemeten.

5.6 Verontreinigingsklassen

Op de kaart 'verontreinigingsklassen' in bijlage 5 is, per medusa meetpunt, de verontreinigingsklasse ingekleurd. Op de kaart is ook aangegeven waar de XRF metingen zijn genomen (weergegeven als punten).

De waarden zijn ook in tabelvorm als bijlage ingevoegd.

In het merendeel van het gebied zijn geen antropogene verontreinigingen gemeten. Verspreid door het gebied komen waarden voor koper en lood voor die boven de achtergrondwaarde liggen maar onder de tussenwaarde.

Op een locatie is een overschrijding van de interventiewaarde aangetroffen voor zink en lood.

5.7 Eindconclusie

Het hier gepresenteerde onderzoek heeft tot doel om het destructieve onderzoek richting te geven. De resultaten van het non-destructief onderzoek geven een kwalitatief maar gebiedsdekkend beeld van de onderzoekslocatie. Vooral de metingen van de kwaliteit van de bodem moeten met zorg worden geïnterpreteerd.

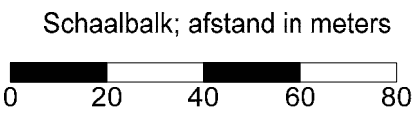
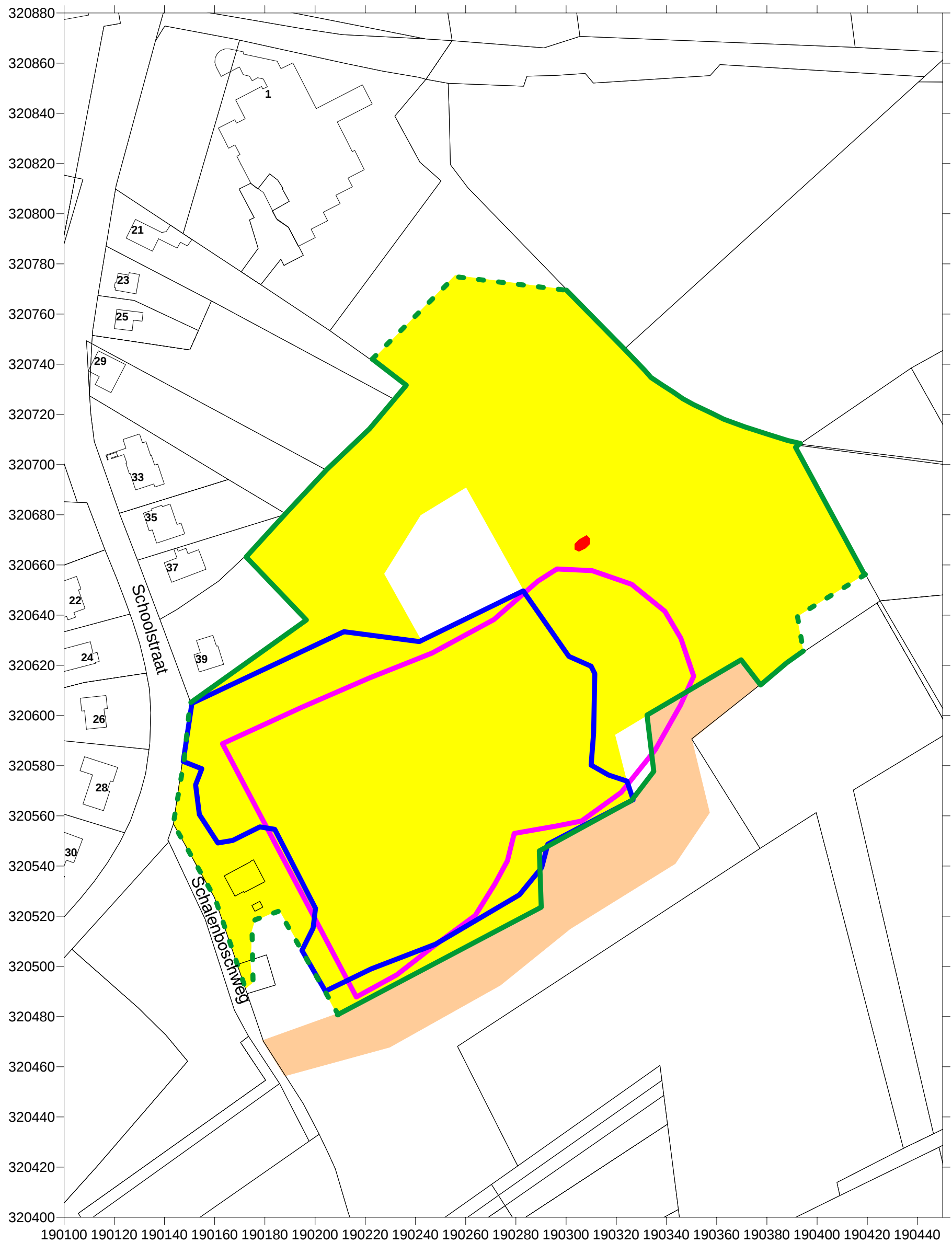
Als antwoord op de gestelde onderzoeksvragen in paragraaf 1.2 kan het volgende geconcludeerd worden:

De stortlocatie bevindt zich voornamelijk onder de twee westelijke sportvelden. Op het oostelijke veld en ten noorden van de sportvelden komt een dikke overgangslaag voor. Deze bevat minder puin dan het eigenlijke stortlichaam maar het is waarschijnlijk dat hier ook gestort is. Beide gebieden zijn met een contour ingetekend op de kaarten. Het is aan te bevelen in het gebied extra boringen te plaatsen om de radarinterpretaties te valideren.

Op de kaarten 1 en 2 is aangegeven wat de samenstelling van de afdeklaag is en op kaart 5 wat de kwaliteit van de afdeklaag is.

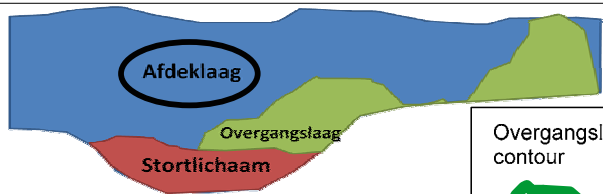
Bijlagen: Kaarten en tabellen

Kaarten	Bijlage
Dikte afdeklaag	1
Dikte overgangslaag	2
Diepte bovenkant stortlichaam	3
Gemeten radar surveylijnen	4
Verontreinigingsklassen	5
Tabel verontreinigingsklassen	6



Legenda:

- Dikte in cm - mv:
- 0 to 50
 - 50 to 100
 - 100 to 150
 - 1> 150



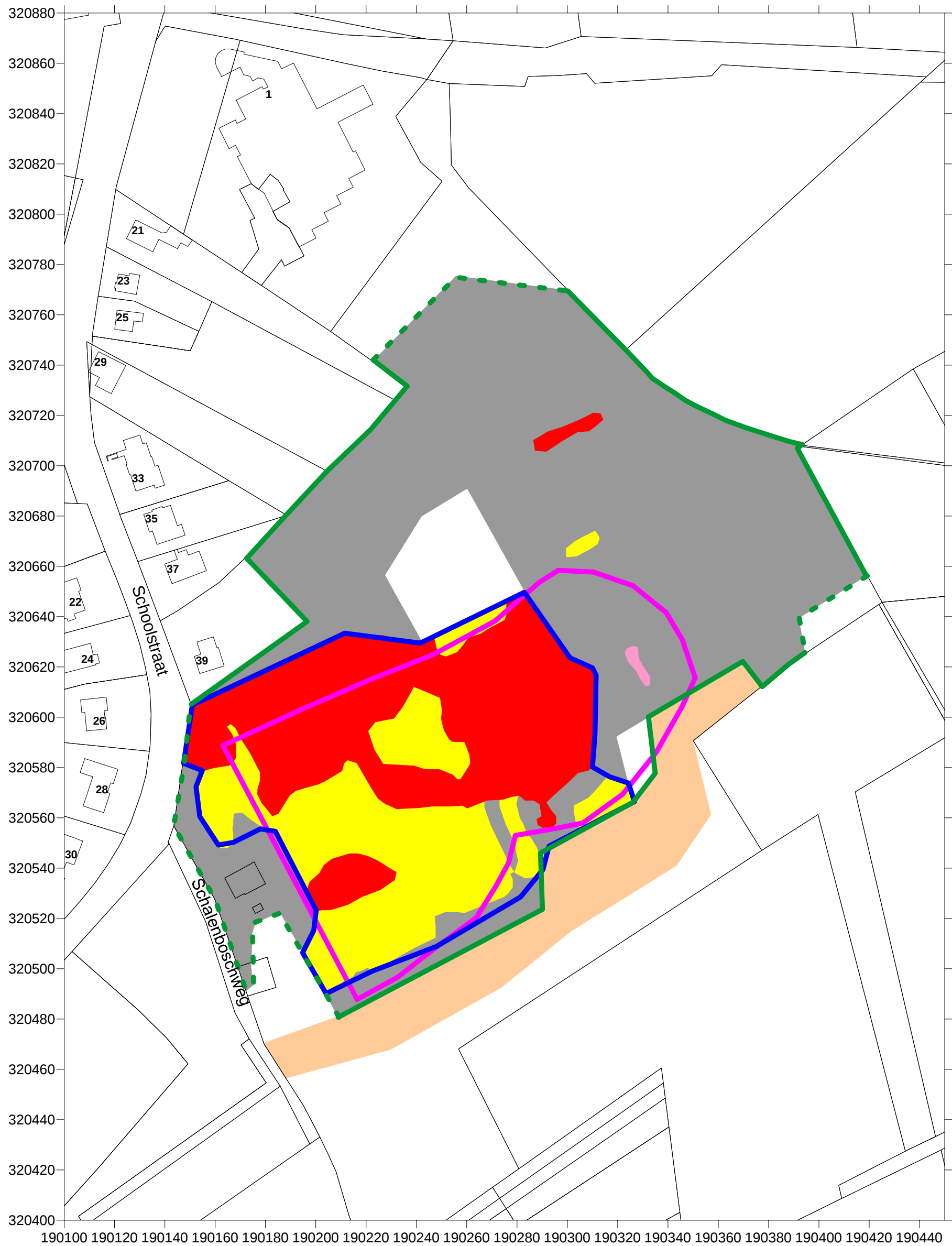
Geen afdekkende laag aangetroffen



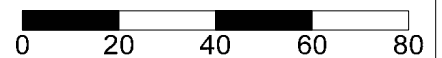
Kaartsoort		Dikte afdeklaag		Bijlage 1	
Gebied		Klimmen, omgeving Schalenbosweg			
Opdrachtgever		Provincie Limburg			
Opname		28 jan. 2010		Projectie	
Projectcode		2009-P-256		RD (m)	
		Versie		Auteur	
		01		F. van Egmond	
					
				Medusa Surveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com	



www.medusa-online.com



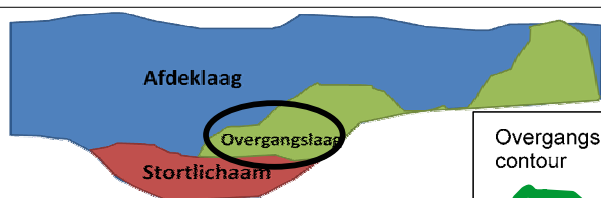
Schaalbalk; afstand in meters



Legenda:

Dikte in cm - mv:

- 0 to 50
- 50 to 100
- 100 to 150
- 1> 150



Geen overgangslaag
aangetroffen



Kaartsoort

Dikte overgangslaag

Bijlage 2

Gebied

Klimmen, omgeving Schalenbosweg

Opdrachtgever

Provincie Limburg

Opname

28 jan. 2010

Projectie

RD (m)

Projectcode

2009-P-256

Versie

01

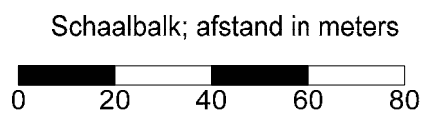
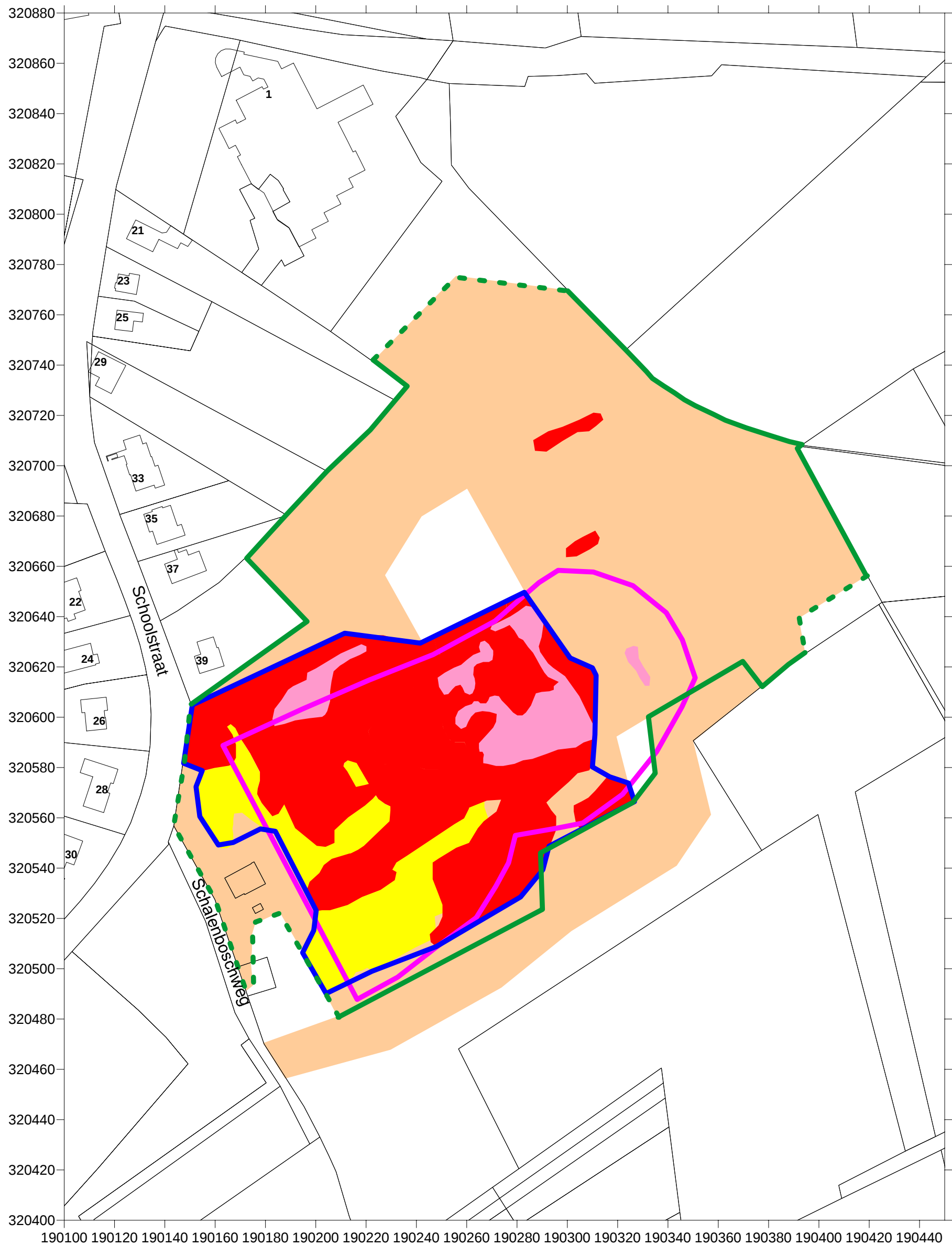
Auteur

F. van Egmond



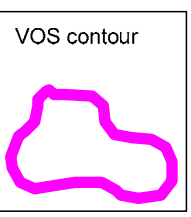
www.medusa-online.com

Medusa Surveys, Postbus 623,
9700 AP, Groningen
tel: 050 5770280,
web: www.medusa-surveys.com



Legenda:

- Diepte in cm - mv:
- 0 to 50
 - 50 to 100
 - 100 to 150
 - > 150



Kaartsoort Diepte bovenkant stortlichaam > 50% bodemvreemd materiaal			Bijlage 3
Gebied Klimmen, omgeving Schalenbosweg			
Opdrachtgever Provincie Limburg			
Opname 28 jan. 2010	Projectie RD (m)		
Projectcode 2009-P-256	Versie 01	Auteur F. van Egmond	

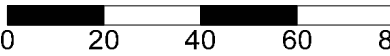


www.medusa-online.com

Medusa Surveys, Postbus 623,
9700 AP, Groningen
tel: 050 5770280,
web: www.medusa-surveys.com



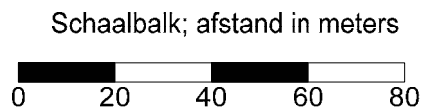
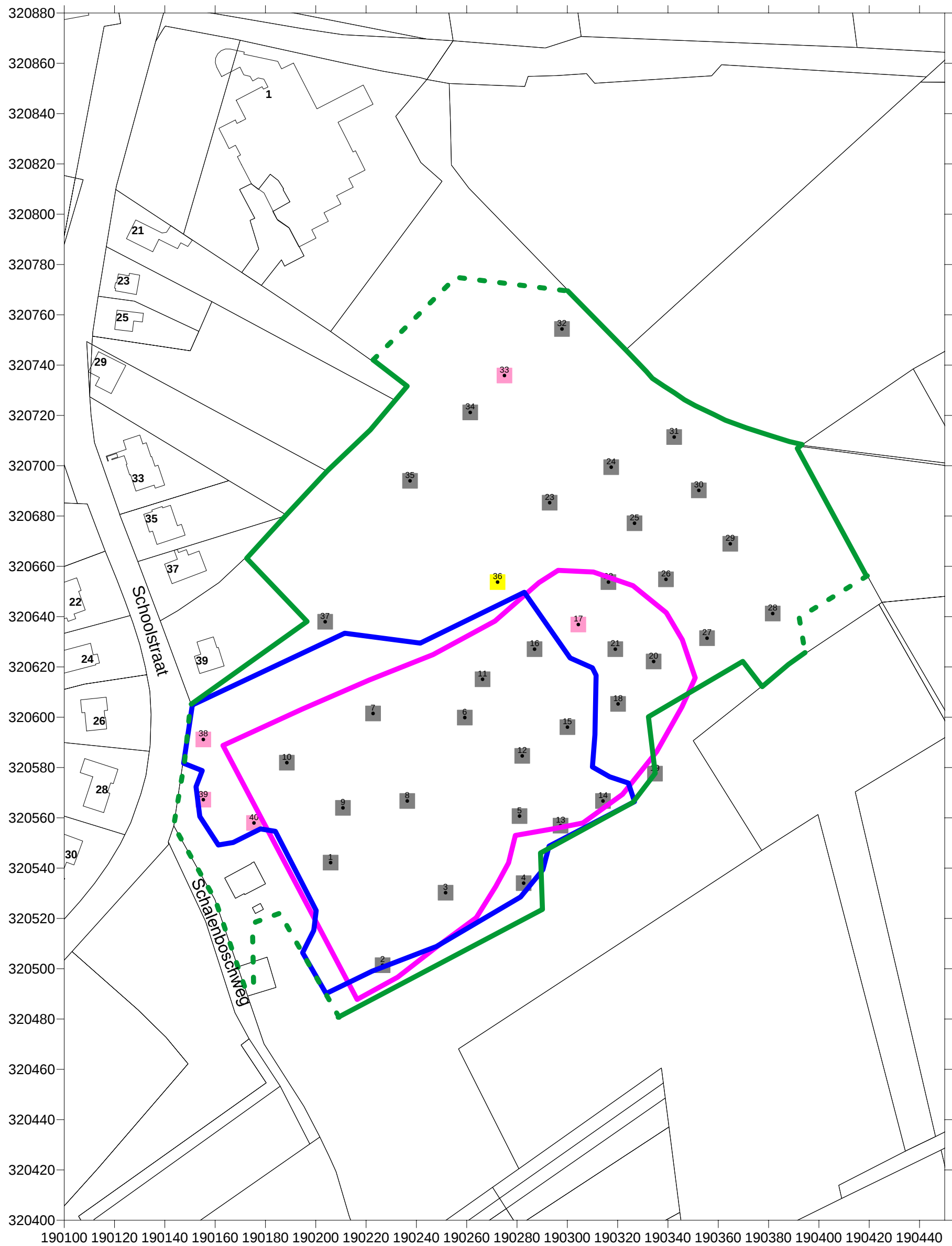
Schaalbalk; afstand in meters



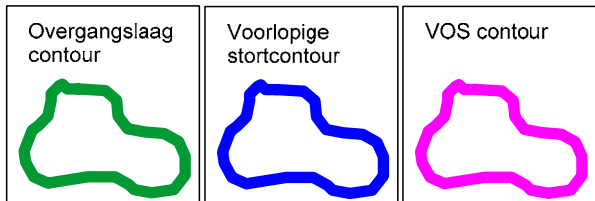
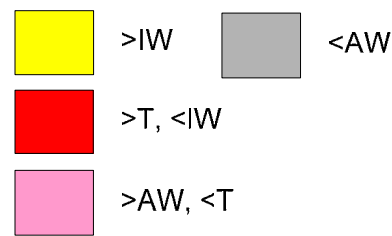
Legenda:

 Gemeten survey lijn

Kaartsoort			Gemeten Survey lijnen		Bijlage 4	
Gebied			Klimmen, omgeving Schalenbosweg			
Opdrachtgever			Provincie Limburg			
Opname		28 jan. 2010		Projectie		
				RD (m)		
Projectcode		Versie		Auteur		
2009-P-256		01		F. van Egmond		
				Medusa Surveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com		

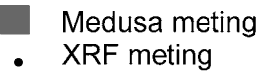


Legenda:



**Antropogene
verontreiniging**

**geklasseerd met:
lutum = 12.5 %
humus = 1.9 %**



Kaartsoort			Verontreinigingsklassen	Bijlage 5
Gebied			Klimmen, omgeving Schalenbosweg	
Opdrachtgever			Provincie Limburg	
Opname	13 Okt. 2009	Projectie	RD (m)	 www.medusa-online.com Medusa Surveys, Postbus 623, 9700 AP, Groningen tel: 050 5770280, web: www.medusa-surveys.com
Projectcode	2009-P-256	Versie	01	
		Auteur	F. van Egmond	

Straat / Huis Label	Xpos	Ypos	40-K	238-U	232-Th	137-Cs	Cu	Cu Error	Zn	Zn Error	Pb	Pb Error	As	As Error	Legenda	
veld1-1	1	190206	320542	97.251	5.420	8.524	1.971	< LOD	18.71	20.87	7.26	15.25	5.18	< LOD	6.55	> IW
veld1-2	2	190227	320501	90.060	8.006	9.621	2.179	< LOD	22.40	31.89	8.84	8.55	5.01	< LOD	6.52	>T, < IW
veld1-3	3	190252	320530	112.736	6.353	8.632	3.463	< LOD	19.51	27.57	7.99	11.53	5.03	< LOD	6.30	>AW, <T
veld1-4	4	190283	320534	112.578	8.794	9.895	2.933	21.01	12.29	29.48	7.56	9.50	4.47	< LOD	5.84	< AW
veld1-5	5	190281	320561	95.897	6.109	8.719	1.239	< LOD	18.77	23.96	7.48	< LOD	6.68	< LOD	5.58	
veld1-6	6	190259	320600	93.603	4.864	8.828	1.911	22.16	13.35	18.84	7.14	11.04	4.82	< LOD	5.97	
veld1-7	7	190223	320601	99.089	8.417	7.107	2.896	< LOD	19.07	17.91	7.21	13.78	4.99	< LOD	5.86	
veld1-8	8	190236	320567	98.311	4.517	8.794	1.160	< LOD	17.00	17.83	6.62	< LOD	6.16	< LOD	4.93	
veld1-9	9	190211	320564	98.767	4.786	9.677	2.204	< LOD	17.47	12.80	6.60	< LOD	6.58	< LOD	5.66	
veld1-10	10	190189	320582	90.338	5.475	8.968	2.149	< LOD	17.77	17.63	7.01	9.81	4.68	< LOD	5.56	
veld2-1	11	190266	320615	104.172	5.984	7.305	2.429	< LOD	17.94	22.58	7.38	10.32	4.67	< LOD	5.57	
veld2-2	12	190282	320585	119.524	5.501	8.167	2.406	25.78	14.77	19.23	7.74	14.49	5.44	< LOD	6.46	
veld2-3	13	190297	320557	92.040	6.688	8.540	2.021	23.38	13.83	13.32	6.86	9.26	4.81	< LOD	5.67	
veld2-4	14	190314	320567	104.184	6.708	9.011	1.919	< LOD	17.77	19.34	7.31	11.65	4.93	< LOD	6.14	
veld2-5	15	190300	320596	95.046	4.852	7.839	1.599	21.52	13.45	12.60	6.69	< LOD	6.84	< LOD	5.78	
veld2-6	16	190287	320627	104.798	7.419	7.427	3.429	< LOD	19.68	17.43	7.19	9.70	4.98	< LOD	6.33	
veld2-7	17	190304	320637	115.160	5.586	10.814	2.709	< LOD	18.98	30.36	7.87	21.15	5.53	< LOD	6.67	
veld2-8	18	190320	320605	104.087	5.316	7.591	2.373	< LOD	17.88	16.19	6.80	10.29	4.77	< LOD	5.65	
veld2-9	19	190335	320578	99.280	8.441	9.530	2.027	< LOD	18.70	10.70	6.34	< LOD	6.09	< LOD	5.34	
veld3-1	20	190334	320622	146.156	5.996	11.100	2.291	< LOD	19.56	20.12	7.40	10.47	4.84	< LOD	5.73	
veld3-2	21	190319	320627	160.308	12.012	17.061	3.625	23.18	11.30	17.05	6.29	13.11	4.51	< LOD	5.7	
veld3-3	22	190316	320654	157.597	9.051	13.057	3.090	25.26	13.42	24.82	7.70	14.46	5.17	< LOD	6.33	
veld3-4	23	190293	320685	144.924	11.280	15.370	3.806	< LOD	20.16	27.07	8.22	14.53	5.27	< LOD	6.35	
veld3-5	24	190317	320699	238.068	12.316	15.562	1.757	< LOD	23.49	25.86	8.83	< LOD	7.67	< LOD	6.76	
veld3-6	25	190327	320677	133.838	11.254	12.118	0.169	< LOD	20.62	22.38	7.87	9.56	4.93	< LOD	6.17	
veld3-7	26	190339	320655	142.959	6.389	10.661	2.929	< LOD	19.15	26.45	7.55	7.26	4.50	< LOD	5.7	
veld3-8	27	190356	320631	121.227	9.548	13.211	2.295	25.67	14.60	32.85	8.63	15.93	5.60	< LOD	6.86	
veld3-9	28	190382	320641	151.098	11.010	13.794	2.570	25.00	13.78	23.19	7.63	8.14	4.76	< LOD	6.22	
veld3-10	29	190365	320669	116.563	7.093	11.337	2.929	< LOD	17.56	15.48	6.48	6.44	4.27	< LOD	5.06	
veld3-11	30	190352	320690	146.601	10.052	10.534	1.888	< LOD	21.65	21.11	7.90	13.35	5.33	< LOD	6.46	
veld3-12	31	190342	320711	146.156	9.296	13.404	2.884	< LOD	20.90	31.40	8.48	12.50	5.12	< LOD	6.05	
overig-1	32	190298	320754	172.735	13.065	21.167	5.572	33.35	16.35	44.48	10.23	21.30	6.41	< LOD	8	
overig-2	33	190275	320736	187.977	13.248	18.247	4.167	47.01	18.15	49.91	11.13	22.91	6.63	< LOD	8.87	
overig-3	34	190261	320721	174.928	13.830	19.236	6.370	< LOD	21.13	61.39	10.61	24.05	6.28	< LOD	8.09	
overig-4	35	190237	320694	125.871	8.277	11.771	3.425	< LOD	18.13	36.06	8.64	8.79	4.80	< LOD	6.01	
overig-5	36	190272	320654	217.333	12.365	15.007	2.390	25.94	15.46	638.80	30.19	679.42	25.66	32.11	21.33	
overig-6	37	190204	320638	196.701	10.509	19.383	2.740	27.06	15.19	45.47	9.98	16.58	5.77	< LOD	7.12	
overig-7	38	190155	320591	106.641	7.520	12.264	4.162	37.40	15.40	76.24	11.48	43.70	7.53	< LOD	9.35	
overig-8	39	190155	320567	154.091	8.279	16.319	5.513	31.61	14.00	78.11	11.11	31.01	6.45	< LOD	7.93	
overig-9	40	190175	320558	124.396	7.213	9.978	5.233	< LOD	18.40	69.23	10.76	37.82	6.85	< LOD	8.74	