

# Prof. Dr. Heitfeld - Prof. Dr. Schetelig - Dr.-Ing. Heitfeld

Beratende Geologen und Ingenieure GmbH

D-52080 Aachen  
Jean-Bremen-Straße 1-3  
Telefon 02 41 / 7 05 16-0  
Telefax 02 41 / 7 05 16-20  
E-Mail info@ihs-online.de

Aken, 3 November 2023

## Rapportage

over de mogelijke sanering van een voetpad in 6301 BT Valkenburg, NL  
rekening houdend met de bestaande mergelgroeven

### 1 Aanleiding

In Valkenburg aan de Geul loopt een voetpad ongeveer vanaf de parkeerplaats bij de Wilhelminatoren tussen "Camping Den Dries" en de "Kabelbaan" in noordelijke tot noordoostelijke richting tot net boven Hotel Atlanta. De locatie van het voetpad is weergegeven op de plattegrond in bijlage 1.1 en bijlage 1.2. Dit voetpad is deels in slechte staat, zodat de gemeente Valkenburg delen ervan heeft afgesloten om betreding te voorkomen.

Onder het voetpad werd in het verleden mergelsteen gewonnen in verschillende groeves en op verschillende hoogtes. De Meeste van deze groeves zijn nog open en toegankelijk; op sommige plaatsen loopt het voetpad ook over groeves die in het verleden al zijn ingestort.

De gemeente Valkenburg onderzoekt momenteel of het voetpad kan worden hersteld of dat het permanent moet worden gesloten. In deze context moeten ook de

bestaande ondergrondse omstandigheden als gevolg van de mergelwinning in het verleden worden geëvalueerd.

Het Ingenieursbureau Heitfeld-Schetelig GmbH (IHS) werd door de gemeente Valkenburg aan de Geul (vertegenwoordigd door de heer Jacquo Silvertant, Beleidsmedewerker Cultureel Erfgoed en Mergelgroeven) gevraagd om een onafhankelijke beoordeling te geven of het mogelijk is om het voetpad te herstellen, rekening houdend met de bestaande stabiliteit van de mergelgroeven onder het voetpad. Hierbij moet ook worden nagegaan welke aanvullende maatregelen nodig zijn om voldoende veiligheid te bereiken in de groeven onder het voetpad.

In dit kader vond op 5 September 2023 jongstleden een locatiebezoek door IHS en Dhr. Silvertant (Gemeente Valkenburg aan de Geul) plaats. De resultaten van de onafhankelijke beoordeling worden in voorliggend rapport toegelicht.

## **2 Beschikbare stukken**

[1] - BEKENDAM, R.F. (1998): Pillar stability and large-scale collapse of abandoned room and pillar limestone mines in South-Limburg, The Netherlands, PhD thesis, 362 pp.

[2] - BEKENDAM, R.F. (Mei 2008): Inventarisatie Stabiliteit en Milieuvriendelijke situaties in de Gemeentegroeve en de Monstergrot - definitieve versie, GeoControl rapport M00811, In opdracht van Gemeente Valkenburg a/d Geul, pp. 84.

- [3] - BEKENDAM, R.F. (Oktober 2009): Inventarisatie pilaarstabieleit in de Fluwelengroeve en de Kasteelgroeve en het opstellen van randvoorwaarden voor versteviging - definitieve versie, GeoControl rapport M00918, In opdracht van Gemeente Valkenburg a/d Geul, pp. 24.
- [4] - BEKENDAM, R.F. (2010): Inventarisatie pilaarstabieleit in de Panoramagrot, GeoControl rapport M01012, in opdracht van AgoGo Valkenburg, 37 pp.
- [5] - BEKENDAM, R.F. (2011): Stabieleit ondergrondse gangenstelsels onder Camping Den Dries, GeoControl Notitie M0122, in opdracht van Geonius, pp. 21.
- [6] - BEKENDAM, R.F. (2015): Stabieleit ondergrondse groeven onder de oprit naar Camping Den Dries, GeoControl Notitie M01536\_V2, In opdracht van Gemeente Valkenburg a/d Geul, pp. 18.
- [7] - BEKENDAM, R.F. (25.07.2019): Verstevigingen bovenstelsel Panoramagrot, GeoControl Notitie M01916, in opdracht van Kabelbaan Valkenburg BV, pp 5.
- [8] - BEKENDAM, R.F. (2020): Stabieleit ondergrondse groeven in verband met de aanleg van een golfbaan en een terras, GeoControl Rapport M02032, In opdracht van Kabelbaan Valkenburg BV, pp. 33.
- [9] - BEKENDAM, R.F.: Diverse documenten en gegevens uit het archief van GeoControl.
- [10] - GEMEENTE VALKENBURG AAN DE GEUL, JACQUO SILVERTANT (Juni 2023): Onderlagen Groeve Onder de Kabelbaan, Diverse documenten en e-mails.

[11] - INGENIEURBÜRO HEITFELD-SCHETELIG GMBH (22.08.2023):

Pilaarvorming Panoramagrot, Meetrapport Nr. 11 - oktober 2021 tot juli 2023,  
in opdracht van Kabelbaan Valkenburg BV, pp. 7.

### **3 Actuele situatie**

De ligging van het te onderzoeken voetpad en het thans afgesloten deel is weergegeven op de plattegrond in bijlage 1.1 en bijlage 1.2. Ter plaatse van het wandelpad zijn de punten A t/m H vastgelegd [9]; langs deze punten is een profieldoorsnede opgenomen, waarin naast het verloop van het terrein ook de aanwezige mergelkuilen en instortingsgebieden (voor zover bekend) zijn ingetekend. Deze profielsnede is bijgevoegd als bijlage 4.

#### **3.1 NAP-hoogtes van het maaiveld**

De NAP-hoogtes van het maaiveld zijn weergegeven in bijlage 1.1. Volgens deze gegevens stijgt het terrein langs het voetpad van ongeveer 74 mNAP bij punt H in het noorden tot een niveau van ongeveer 130 mNAP in het zuidwesten.

#### **3.2 Ondergrondse groeven onder het traject**

In de directe omgeving van het voetpad werd op twee niveaus mergel gewonnen; de locatie van de groeves in het studiegebied wordt weergegeven in bijlagen 2 en 3. Het bovenste winningsniveau ligt in het bovenste deel van de Kalksteen van Emael en in het onderste deel van de Kalksteen van Nekum [9]. Hier bevinden zich

de Gemeentegroeve, de Fluweelengrot en het onderstelsel van de Panoramagrot. Het bovenstelsel van de Panoramagrot wordt ontgonnen in de bovenste winningsniveau, dat zich in het onderste deel van de Kalksteen van Meerssen bevindt.

De hoogte van het groevedak is in 2015 gemeten in het **bovenste winningsniveau** van de Panoramagrot; het resulterende maaiveld is geconstrueerd als een isolijn [9]. De hoogtelijnen zijn weergegeven op de plattegrond in bijlage 2; in bijlage 5.1 zijn de wezenlijke hoogtegegevens voor het bovenste winningsniveau voor de individuele punten langs het voetpad in tabelvorm samengevat. Het groevedak in het bovenste winningsniveau van de Panoramagrot ligt in het zuidoosten op een niveau van ca. 97 mNAP en daalt in noordwestelijke richting tot ca. 93 mNAP. Onder het voetpad heeft het groevedak van het bovenste winningsniveau van de Panoramagrot tussen de punten G en D een uniform niveau van ongeveer 95 mNAP. Verder zuidwaarts stijgt dit niveau licht bij punt C tot ongeveer 95,5 mNAP. Onder punt A en B bevindt zich geen bovenste winningsniveau.

Voor de hoogte van het dak van het onderste winningsniveau van de Panoramagrot en de aangrenzende Gemeentegroeve in het zuiden wordt in [9] (bijlage 5.2) een NAP-niveau gegeven van ongeveer 84,5 m (punt E) tot ongeveer 86,5 m (punt A). Er zijn geen hoogtes voor de groevedak. Volgens [9] heeft het mergelpakket tussen de twee niveaus in de Panoramagrot een dikte van ongeveer 6,9 m.

Voor het zuidelijke deel van de Fluwelengrot is de NAP-hoogte van het groevendak ongeveer 83 m volgens [4].

### 3.3 Pilaarstabiliteit

De bestaande pilaren in de Fluwelengrot, de Gemeentegroeven en in het bovenste en onderste winningsniveau van de Panoramagrot werden onderzocht in [2], [3] en [4] en geïnclassificeerd volgens de zwaarte van de bestaande drukschade. In bijlage 2 en bijlage 3 zijn de classificaties van de pilaren op plattegronden weergegeven.

In het verleden zijn in het bovenste en onderste winningsniveau van de Panoramagrot meerdere verstevigingen (Muren) uitgevoerd; de huidige muren zijn ook te zien in bijlage 2 en bijlage 3.

In het bovenste winningsniveau (Panoramagrot bovenstelsel) vertonen de pilaren onder het voetpad ter hoogte van de punten F en F' nauwelijks drukschade en zijn daarom ingedeeld in klasse 0 tot 2. Iets van het voetpad af zijn in 2019 ondersteunende muren aangebracht [11]. Richting het zuidwesten neigt de drukschade op de pilaren toe te nemen; de pilaren bij punt E zijn klasse 2 en 3.

Korter bij het bezwijkgebied neemt de drukschade aan de pilaren verder toe, zodat de pilaren ter hoogte van punt D als klasse 5 zijn geïnclassificeerd. Op het noordoosten van deze pilaren is in 2019 een verstevigingsmuur aangebracht (bijlage 2) [7].

Over het algemeen vertonen de pilaren onder het voetpad slechts kleine drukschade van klasse 0 tot 3 of zijn ze verstevigd met muurwerk. Distometermetingen in het bovenstelsel van de Panoramagrot lieten geen significante verzakkingen van het groevedak zien.

In het gebied van het onderste winningsniveau grenst het voetpad bij punt G net aan de meest zuidoostelijke pilaar van de Fluwelengrot; deze pilaar van klasse 0 [3] vertoont dus geen drukschade.

Verder in zuidwestelijke richting loopt het voetpad bij punt E eerst boven een versterkte rand van de Panoramagrot (onderstelsel) en bij punt D boven pilaren klasse 2 tot 3 (bijlage 3). In het randgebied naar het instortingsgebied vertonen de pilaren hier ook grotere drukschade en komen overeen met klasse 5.

In het onderste niveau van de Panoramagrot lieten de distometermetingen [11] ook geen afwijkingen zien.

Ten zuiden van het instortingsgebied loopt het voetpad boven pilaren in de Gemeentegroeve die overeenkomen met klasse 4 (bijlage 3) en dus zichtbare drukschade vertonen [2].

### 3.4 Instortingen onder het voetpad

Het instortingsgebied uit 1845 wordt ook getoond in bijlagen 2 en 3. Het instortingsgebied strekt zich uit in zowel het onderste als het bovenste winningsniveau. De grenzen van het instortingsgebied zijn niet identiek voor de twee winningsniveaus.

De uitbreiding van het instortingsgebied in het bovenste ontginningsniveau is enkel aan de oostrand bekend. Daar strekt het instortingsgebied van de bovenste ontginning naar de onderste ontginning van de Panoramagrot door. (zie ook het profiel van bijlage 3). De andere begrenzing en zijn volgens [9] niet bekend. Op

het onderste winningsniveau is de begrenzing bijna overal wel bekend, behalve aan de noordwestkant.

Binnen de instortingsgebieden is de hoogte van de instortingskoepels maximaal 4-5 m boven het groevedak. Op het onderste winningsniveau zijn aan de randen van het instortingsgebied van 1845 instortingskoepels tot maximaal 6 m hoogte waargenomen [9], wat ongeveer overeenkomt met een NAP-niveau van 91 - 92 m.

De hoogte van de instortingskoepels voor de bovenste winningsniveau van de Panoramagrot is in 2015 gemeten aan de randen van het instortingsgebied [6]. Volgens deze metingen komen verschillende hoogtes van de instortingskoepels voor in het gebied van punt D op het voetpad; enerzijds zijn er daar gedeelten waar het gebied volledig is opgevuld met mergel en er geen open ruimte is. Anderzijds werd ongeveer 10 m ten noordwesten van punt D een hoogte van de instortingskoepel van 7,6 m boven het groevedak gemeten [6]; dit komt ruwweg overeen met een NAP-niveau van 102,6 m.

### 3.5 NAP-hoogtes van de top van het mergelpakket

Volgens [9] is er geen exacte hoogte-informatie over de bovenrand van de mergel in het gebied van het voetpad. Daarom zijn in oktober 2022 door de firma Laeven handboringen verricht op de punten F, F' en G om de top van de mergel te onderzoeken. De resultaten zijn aan het IHS verstrekt in [10] en zijn samengevat in bijlage 5.1 en 5.2.



De boringen hebben een geringe dikte van de grond aangetoond tussen 0,35 m (F') en 0,67 m (G); de NAP-hoogte voor de top van de mergel ligt daarom tussen 101,3 m (F) en 96,63 m (G).

Afgezien van de handboringen zijn er geen concrete hoogtegegevens beschikbaar voor de top van de mergel in het gebied van de voetpad. In [5] worden drie hoogtes van de top van de mergel gegeven (zie Bijlage 2); volgens deze gegevens stijgt de NAP hoogte van de top van de mergel ongeveer in zuidwestelijke richting van ongeveer 103 m (in het gebied van de koepel van het panorama rood) tot 108,4 m (in het gebied van het instortingsgebied van 1945). Als men interpoleert tussen de individuele hoogtepunten, zou dit resulteren in een NAP-hoogte van ongeveer 104 m voor de bovenrand van de mergel in het gebied van het voetpad. In navolging van de aannames in [9] wordt - voorzichtig - uitgegaan van een hoogte van 103 m langs het voetpad boven de punten F, F' en G (zie bijlage 5.1 en bijlage 5.2).

In de kleine groeve achter Hotel Atlanta is de hoogte van de top van het mergelpakket niet bekend.

### 3.6 Dikte van de mergel en van de grond boven het groevedak

De dikte van de mergel en de grond boven het groevedak, zoals die uit de beschikbare hoogte-informatie naar voren komt, is voor de afzonderlijke punten langs het voetpad weergegeven in bijlage 5.1 (bovenste winningsniveau) en bijlage 5.2 (onderste winningsniveau).

Volgens deze gegevens is de dikte van het mergelpakket aan de noordrand van de **bovenste winningsniveau** in de Panoramagrot (Wilhelminagroeve) ongeveer

4,5 m (bij punt F'). Direct onder punt G bevindt zich geen groeve meer; het voetpad loopt hier op een kleine afstand van ongeveer 5 m van de Wilhelminagroeven. De dikte van het mergelpakket tot de geprojecteerde hoogte van het groevedak is ca. 1,6 m.

Langs het voetpad in zuidwestelijke richting neemt de dikte van het mergelpakket boven de bovenste afgraving toe tot ca. 7,5 - 8 m (punten E t/m C). Ter hoogte van het instortingsgebied werden echter aan de randen instortingskoepels tot een NAP-niveau van ca. 102,6 m vastgesteld (zie hoofdstuk 3.4); dit resulteert in slechts een zeer geringe restdikte van de mergel van ca. 0,4 m voor het betreffende paddeel tussen de punten C en D (met een aangenomen NAP-mergelhoogte van 103 m).

Ten opzichte van het **onderste winningsniveau** is de dikte van het mergelpakket bij punt G ongeveer 13,6 m boven het Fluwelengrot. Onder de punten F' en F bevindt zich geen onderste ontginningsstelsel.

Ter hoogte van de punten D en (vermoedelijk tot) C overlappen het onderste en bovenste winningsniveau of het instortingsgebied van 1845 elkaar (vgl. Bijlage 4); de (berekende) dikte van het mergelpakket van 18 m is hier dan ook slechts van theoretische aard. Doorslaggevend is hier de geringe mergeldikte boven het bovenste winningsniveau.

Punt B bevindt zich boven het instortingsgebied van 1845, waar de bovenrand van de instorting niet exact bekend is. Er van uitgaande dat voor het onderste winningsniveau een maximale hoogte van de instortingskoepel van 6 m boven het groevedak optreedt (zie hoofdstuk 3.3), resulteert dit in een dikte van 11,5 m voor het (intacte) mergelpakket (bijlage 5.2).

Ter hoogte van punt A loopt het voetpad boven de Gemeentegroeven met een dikte van het mergelpakket van ca. 16,5 m.

De dikte van de grond boven het mergelpakket (deklaag) neemt ook toe in zuidwestelijke richting (bijlage 4 en 5). Ter hoogte van de punten G, F' en F leverden de boringen een dikte op van 0,35 - 0,67 m. Vanaf daar neemt de dikte van de grond toe naar de punten E tot C, aanvankelijk tot ongeveer 7 - 13,9 m, en verder naar de punten B en A tot respectievelijk 19,7 m en 26,7 m.

In het gebied van de kleine groeve achter Hotel Atlanta (punt H) is geen exacte hoogte-informatie bekend, zodat hier geen informatie kan worden gegeven over de dikte van de mergel en de grond.

### 3.7 Aardpijpen

Voor het onderste mijnsysteem zijn geen aardpijpen bekend in het gebied van het voetpad [9]. In het bovenste winningsniveau zijn in totaal 23 aardpijpen gedocumenteerd in de Panoramagrot [4], waarvan de ligging is weergegeven in bijlage 2. In de nabijheid van het voetpad (afstand < 5 m) liggen 8 van de aardpijpen; deze liggen allemaal in het gebied van de punten F en F'. De essentiële informatie [4] over deze aardpijpen is verzameld in bijlage 6.

Onder het voetpad liggen drie aardpijpen (nummers 9, 11 en 13). De nummers 9 en 11 zijn volgens [4] geclassificeerd als leegstroomgevaar klasse 2 en 1 en zijn daarom niet kritisch. De nummers 10, 13 en 14a/b zijn ingedeeld in klasse 3; het risico van leeglopen is dus onwaarschijnlijk, maar niet uitgesloten. De aanwezigheid van plantenwortels op nr. 13 en 14a/b duidt ook op een geringe

afstand tot het oppervlak. Bovendien werd tijdens het bezoek ter plaatse op 05.09.2023 kleine waterinsijpeling (druppels) vastgesteld in deze delen van het groevedak.

Het grootste risico op leeglopen werd gevonden bij de nummers 7 en 8 (klasse 4 en 5); deze aardpijpen liggen op ongeveer 3 tot 3,5 m afstand van de route van het voetpad. Hier wordt de uitvoering van maatregelen ter voorkoming van lekkage voorgesteld in [4].

Tijdens de inspectie op 05.09.2023 is geconstateerd dat enkele aardpijpen in het gebied van het voetpad al zijn ondersteund door steunen. Voordat er gebouwd gaat worden, moet gecontroleerd worden of dit de aardpijpen in kwestie zijn.

#### **4 Mogelijke invloeden van sanerings-/bouwmaatregelene**

De sanering van het voetpad vereist het gebruik van bouwmachines; een saneringsplan met concrete belastingaannames is niet beschikbaar voor IHS, zodat eerst een algemene beoordeling wordt uitgevoerd. In het geval van een saneringsmaatregel kunnen, indien nodig, verdere berekeningen van de stabiliteit van de pilaren enz. worden uitgevoerd met de dan beschikbare belastingaannames.

Vanwege de beperkte lokale situatie tussen de Camping Den Dries in het noordwesten en het aangrenzende Kabelbaanterrein in het zuidoosten is het niet mogelijk om met groter bouwmaterieel over het pad te rijden. Daarom wordt er in de volgende beoordeling van uitgegaan dat alleen kleiner bouwmaterieel van < 2 ton - zoals een minigraafmachine, een miniwiellader enz. - zal worden gebruikt.

Door het gewicht van het bouwgereedschap en het bouw materiaal dat mogelijk op het voetpad wordt gestort, wordt er een extra oppervlaktebelasting op de grond uitgeoefend, die zich zijdelings uitbreidt (drukbol) en in de ondergrond uitkomt (vereenvoudigde aanname). Dit resulteert in extra krachten op het dak van het groevegebouw en op de pilaren.

Naast deze statische belastingen worden er ook dynamische belastingen in de ondergrond gebracht als onderdeel van het bouwproject. Deze worden bijvoorbeeld veroorzaakt door het gebruik van bouw machines en de bediening ervan. Het kan ook nodig zijn om hameractiviteiten uit te voeren, bv. tijdens graafwerkzaamheden om grond te verwijderen (bv. om terreintrappen te creëren).

## **5 Beoordeling van gevaren**

Op basis van de randvoorwaarden die in hoofdstuk 3 zijn beschreven, kunnen twee belangrijke gebieden langs het voetpad worden geïdentificeerd die speciale aandacht verdienen in het geval van eventuele bouwwerkzaamheden.

### **1. Zone van de punten F' en F**

In dit gebied is er slechts een kleine dikte van het mergeldak tussen ongeveer 4,55 m (F') en ongeveer 6,3 m (F). De afstanden tussen de individuele pilaren (overspanning) zijn hier tussen ca. 2 en 4,5 m bij punt F en ca. 5 tot 7 m in het gebied van punt F'. In [6] wordt uitgelegd dat voor de mergel van Zuid-Limburg een groevedak als voldoende draagkrachtig kan worden geclassificeerd als de mergelbedekking minstens even groot is als de horizontale overspanning

(verhouding 1 of meer). Zelfs een verhouding van 0,7 (mergelbedekking tot overspanning) wordt daar vrijwel zeker nog als voldoende beschouwd.

Bij punt F is de verhouding tussen mergelbedekking en overspanning ongeveer 1 (4,55 m tot max. ca. 4,5 m); bij punt F' is de ongunstigste verhouding ongeveer 0,9 (6,3 m tot max. ca. 7 m). Het draagvermogen van het groevedak zou dus over het geheel genomen voldoende zijn.

Echter, in delen van het groevedak in het gebied van de punten F en F' zijn er kleine plantenwortels en zeer geringe waterindringing, wat typerend is voor een geringe dikte van de deklaag. Het kan niet worden uitgesloten dat het groevedak enige sterkte heeft verloren door de wortels en het vocht. Om deze reden wordt de algehele stabiliteit van het groevedak in dit gebied geclassificeerd als grensgeval.

De pilaren vertonen geen significante drukschade in het gebied van de punten F en F' (klasse 1 en 2). Een grootschalig pilaarinstorting is niet te verwachten door een extra toeslagbelasting van  $< 2$  t; mochten er zware belastingen worden gepland, dan moeten er berekeningen worden uitgevoerd met de aannames voor de belasting om de resulterende extra krachten te controleren.

Direct onder het voetpad liggen 3 aardpijpen, maar met een laag tot zeer laag risico op leeglopen; op een afstand van 3 tot 3,5 m aan de zijkant van het pad liggen 2 aardpijpen met een hoog risico op leegloop. De dynamische vibraties van een mogelijk bouwproject verhogen het leegstroomgevaar van de aardpijpen. Het leeglopen van een aardpijp kan verzakkingen of vervorming van het maaiveld veroorzaken. Daarom is een groot deel van de bestaande aardpijpen ondersteund,

zodat er geen risico op leeglopen meer is. Voordat met de bouw wordt begonnen, moet worden gecontroleerd of alle aardpijpen in kwestie al zijn ondersteund.

## **2. Zone van de punten C en D**

Tussen de punten C en D loopt het voetpad gedeeltelijk boven een instortingsgebied op de bovenste winningsniveau, waarvan de koepel zich (in ieder geval in marginale delen) heeft uitgebreid tot een NAP-hoogte van 102,6 m. Het is niet bekend hoe ver dit instortingsgebied zich in zuidelijke richting uitstrekt.

Met een conservatieve aanname van de hoogte van de top van het mergelpakket van 103 mNAP, bereikt het instortingsgebied dus bijna de top van de mergel. Hoewel het waarschijnlijk is dat de bovenrand van de mergel in werkelijkheid iets hoger ligt, is een conservatieve aanname aan te raden zonder de bovenrand van de mergel te onderzoeken (bijvoorbeeld door middel van boringen).

Omdat er slechts een kleine mergelbedekking boven het instortingsgebied ligt, kan niet worden uitgesloten dat er grondinstroom (Instroming vanuit de bovengrond) optreedt in het instortingsgebied en zo leidt tot de vorming van sterkere zettingen en verzakking aan het maaiveld.

Punt D bevindt zich in een gebied waar het onderste en bovenste winningsniveau van de Panoramagrot elkaar overlappen. Drie pilaren in het bovenste winningsniveau (bijlage 2) vertonen hier aanzienlijke drukschade, zodat deze pilaren werden ingedeeld in klasse 5 [4]. Eén van de pilaren is in 2019 versterkt door middel van een verstevigingsmuur [7], waardoor de draagkracht hier aanzienlijk is vergroot. Op deze pilaar zijn sinds 2012 afstandsmetingen

uitgevoerd; tot op heden is er geen significante verkorting van de pilaarhoogte geconstateerd. Over het geheel genomen is het draagvermogen van de drie pilaren hier nog steeds beperkt.

In het onderste winningsniveau ligt punt D in het gebied van een pilaar van klasse 2 met slechts geringe drukschade; bovendien is een deel van de pilaar hier versterkt met muurwerk. De draagkracht van de pilaar is hier voldoende.

In het gebied van punt C vertonen de pilaren in het onderste winningsniveau (bijlage 3) drukschade en zijn geclassificeerd als klasse 5 [4]. Hoewel distometermetingen nog geen significante verkorting van de pilaren hebben aangetoond, is de draagkracht van de pilaren nog beperkt.

Het mergeldak van het bovenste winningsniveau is ongeveer 8 m dik ter hoogte van punt D; voor het onderste winningsniveau resulteerde dit in een mergeldikte van ongeveer 18 m ter hoogte van punt C. Het gewelfeffect van het mergeldak is alleen beperkt in het gebied van zowel punt C als punt D, omdat beide gebieden grenzen aan instortingsgebieden waar niet langer voldoende draagkracht is. Daarnaast is de draagkracht van de pilaren in dit gebied ook beperkt.

## **6 Samenvatting en aanbevelingen**

In Valkenburg op de Geul loopt tussen Camping Den Dries en de kabelbaan een voetpad dat aan het noordoostelijke uiteinde bij Hotel Atlanta uitkomt op de weg naar Neerhem. Dit voetpad verkeert in slechte toestand, zodat het momenteel door de gemeente is afgesloten om te voorkomen dat er mensen overheen lopen. De mogelijkheid om het voetpad te saneren wordt momenteel besproken in de



gemeente Valkenburg; of sanering mogelijk is hangt onder andere af van de ondergrondse omstandigheden in de groeve en instortingsgebieden die zich onder het voetpad bevinden. De IHS heeft de opdracht gekregen om de ondergrondse situatie te onderzoeken en te evalueren en een advies uit te brengen of en onder welke randvoorwaarden een herstel van het voetpad mogelijk is.

IHS heeft geen plannen voor het herstel van het voetpad met betonnen belastingaannames, enz. Vanwege de beperkte breedte en hoogte van het voetpad werd aangenomen dat alleen klein bouwmaterieel (minigraafmachines, enz.) met een maximaal gewicht van  $< 2$  t kan worden gebruikt.

In het gebied van de punten F en F' is er slechts een kleine mergeldikte van gedeeltelijk  $< 5$  m; bovendien zijn er gedeeltelijk kleine plantenwortels en kleine waterindringingen in het groevedak. Echter, door de kleine afstand tussen de pilaren en de lage drukschade aan de pilaren in dit gebied, is de verhouding tussen mergeldikte en overspanning van 0,9 tot 1,0 nog steeds op de grens van acceptabel.

In de buurt van het voetpad zijn er verschillende aardpijpen bij de punten F en F', waarvan er twee een groter risico op leeglopen bleken te hebben. Ongeacht eventuele bouwwerkzaamheden moeten deze aardpijpen in ieder geval adequaat ondersteund worden (als dat intussen nog niet gebeurd is).

In het gebied van de punten C en D loopt het voetpad gedeeltelijk in het gebied van het instortingsgebied op de bovenste winningsniveau. Aan de randen van het instortingsgebied kan de mergelbedekking gedeeltelijk afnemen tot  $< 1$  m; boven de mergeltop bevindt zich echter een deklaag van ongeveer 11 tot 14 m dikte. In dit gebied vertonen de pilaren verhoogde drukschade en hebben ze slechts een

beperkte draagkracht. Een van de pilaren is versterkt door de bouw van een muur in 2019; de vervormingsmetingen die sinds 2012 aan de pilaren zijn uitgevoerd, hebben tot nu toe geen merkbare vervormingen aan het licht gebracht. Op korte termijn (1 - 2 jaar) is er geen gevaar voor grootschalige of kleinschalige pierinstorting met bijbehorende bodemdaling.

Boven het instortingsgebied zou verzakking aan het grondoppervlak kunnen optreden door instromend bodemmateriaal, maar volgens beoordelingen in onder andere [4] en [7] is er altijd een klein maar niet verwaarloosbaar risico op verzakking of verzakking bij lage belastingen boven bezwijkgebieden.

Concluderend is naar de mening van de IHS de uitvoering van een bouwmaatregel om het voetpad te herstellen in principe mogelijk onder bepaalde voorwaarden:

- Alleen het kleinst mogelijke, lichtste bouwmaterieel mag worden gebruikt; minigraafmachines of miniwielladers zijn al verkrijgbaar vanaf een gewicht van < 2 t.
- Het gebruik van rupsbanden (rubberen rupsbanden) op bouwmachines wordt over het algemeen aanbevolen, omdat deze een groter contactoppervlak hebben en dus een gunstiger verdeling van de belasting op de grond. Er zijn ook rupsbanden beschikbaar voor kleine bouwmachines.
- Indien mogelijk moeten "dynamische" werkzaamheden (hameren) achterwege worden gelaten of - indien absoluut noodzakelijk - slechts gedurende korte tijd worden uitgevoerd. In gebieden F en F' en C en D mogen geen dynamische werkzaamheden worden uitgevoerd.

- Aan het begin van de werkzaamheden wordt een intensieve monitoring van het panorama rood aanbevolen om mogelijke veranderingen in het groevedak en de pilaren onmiddellijk te kunnen herkennen.
- Het wordt aanbevolen om tijdens bijzonder intensieve werkzaamheden (bijv. hamerwerkzaamheden) tegelijkertijd een inspectie van het panorama rood uit te voeren.

Informatie over de exacte toestand (hoogte, drukschade, enz.) van de kleine "Groeve achter Hotel Atlanta" (bij punt H) is momenteel niet beschikbaar voor IHS, zodat hier geen sluitende beoordeling kan worden gemaakt. Aangezien het hier echter om een kleine groeve gaat (meer een galerij), moet het gevarenpotentieel eerder als laag worden beoordeeld.

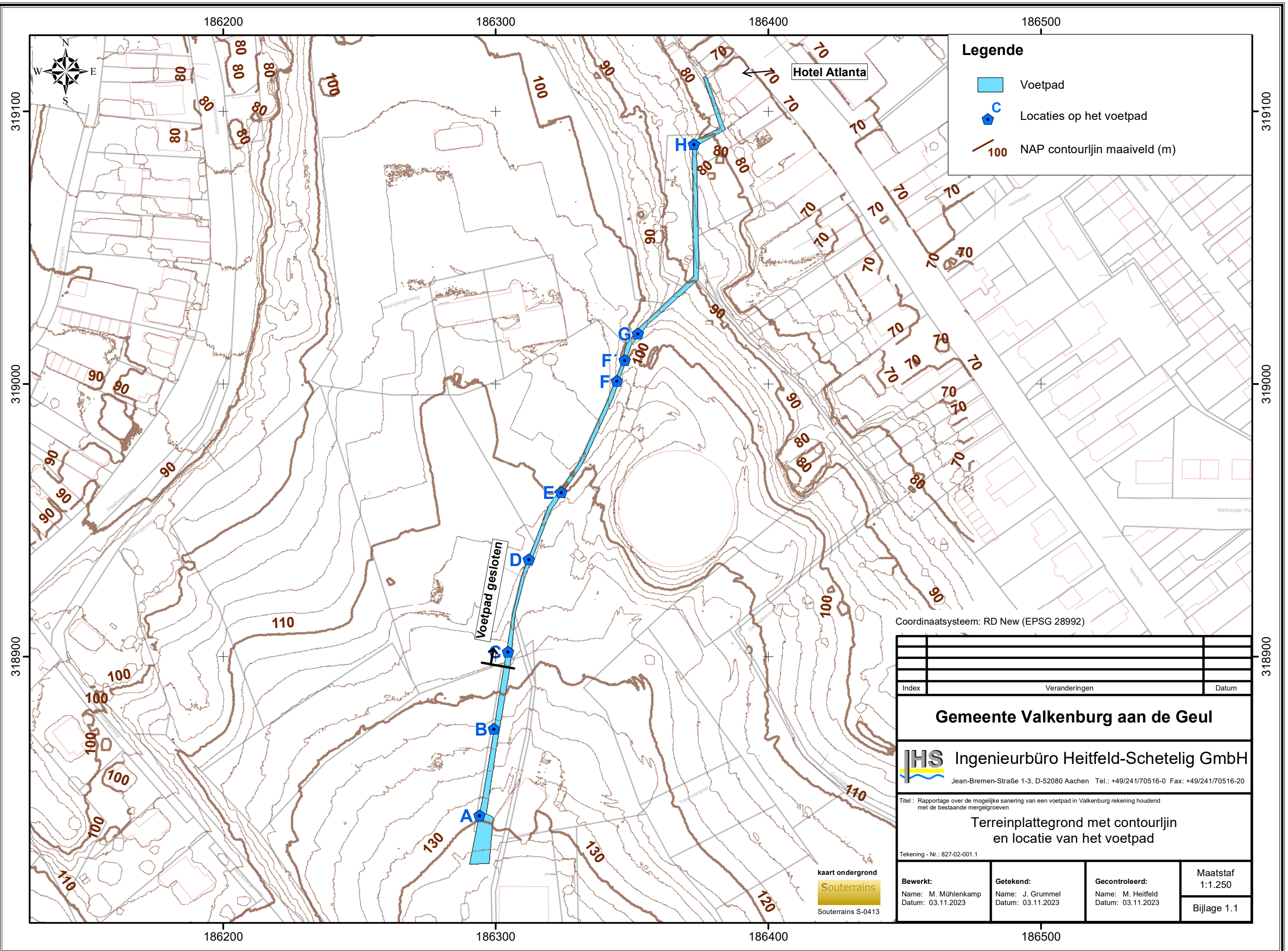
Het binnendringen van oppervlaktewater in het groevedak is ongunstig, vooral in gebieden met een lage deklaag (punten F, F'). Indien mogelijk moet het voetpad - in het geval van sanering - in deze gebieden zo worden aangelegd dat het oppervlaktewater gericht kan worden afgevoerd, bijvoorbeeld via een goot, en niet in de grond sijpelt. Een buis in het voetpad moet worden vermeden om de toch al geringe mergeldikte niet nog verder te verminderen.

Aken, 3 november 2023

  
(Dipl.-Geol. M. Mühlenkamp)

  
(Dr.-Ing. M. Heitfeld)

Y:\GIS\3\_Langzeitprojekte\Mergelgruben\Valkenburg\Panoramagrot\_Fussweg\Anlagen\Anl\_1\_1\_827\_02\_001\_1.mxd



**Legende**

- Voetpad
- C Locaties op het voetpad
- 100 NAP contourlijn maaiveld (m)

Coördinaatsysteem: RD New (EPSG 28992)

Index	Veranderingen	Datum

### Gemeente Valkenburg aan de Geul

**IHS** Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH  
 Jean-Bremen-Straße 1-3, D-52080 Aachen Tel.: +49/241/70516-0 Fax: +49/241/70516-20

Titel : Rapportage over de mogelijke sanering van een voetpad in Valkenburg rekening houdend met de bestaande mergelgroeven

### Terreinplattgrond met contourlijn en locatie van het voetpad

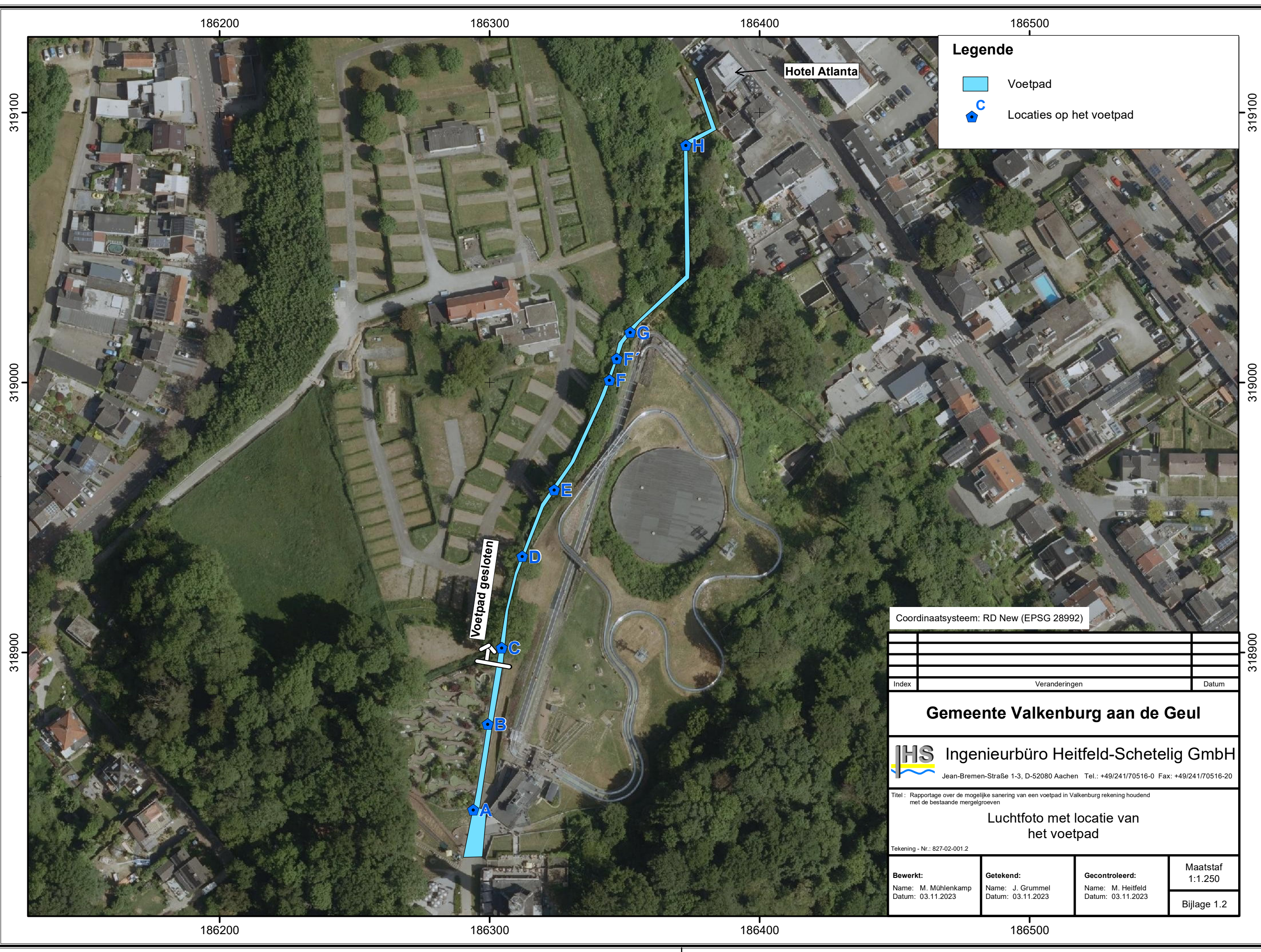
Tekening - Nr.: 827-02-001.1

<b>Bewerkt:</b> Name: M. Mühlenkamp Datum: 03.11.2023	<b>Getekend:</b> Name: J. Grummel Datum: 03.11.2023	<b>Gecontroleerd:</b> Name: M. Heitfeld Datum: 03.11.2023	<b>Maatstaf:</b> 1:1.250  Bijlage 1.1
---	---	---	--

kaart ondergrond  
**Souterrains**  
 Souterrains S-0413



Y:\GIS\3\_Langzeitprojekte\Mergelgruben\Valkenburg\Panoramagrot\_Fussweg\Anlagen\Anl\_1\_2\_827\_02\_001\_2.mxd



Coördinaatsysteem: RD New (EPSG 28992)

Index	Veranderingen	Datum
-------	---------------	-------

### Gemeente Valkenburg aan de Geul

**IHS** Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH  
 Jean-Bremen-Straße 1-3, D-52080 Aachen Tel.: +49/241/70516-0 Fax: +49/241/70516-20

Titel : Rapportage over de mogelijke sanering van een voetpad in Valkenburg rekening houdend met de bestaande mergelgroeven

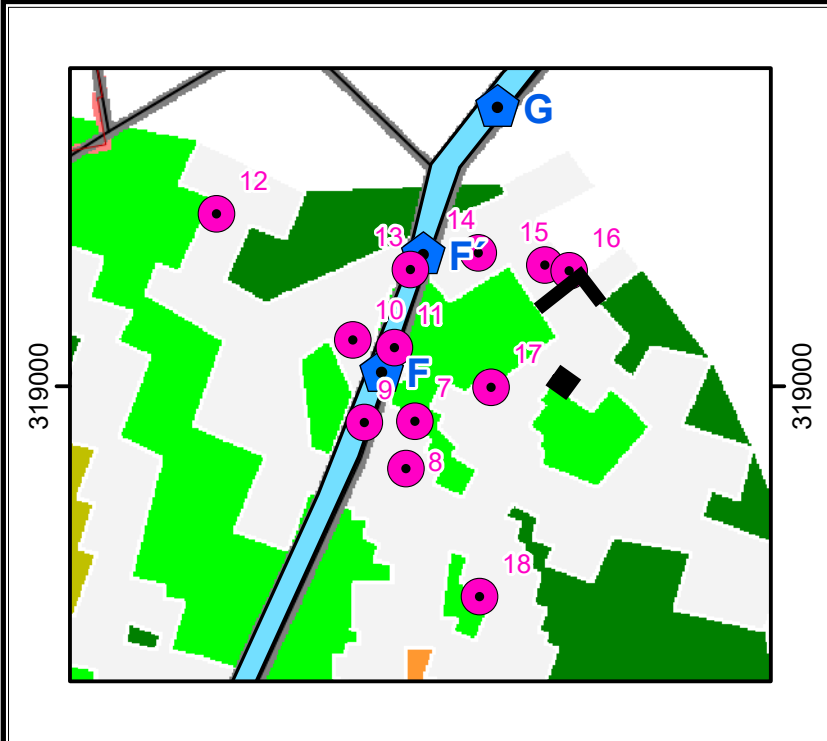
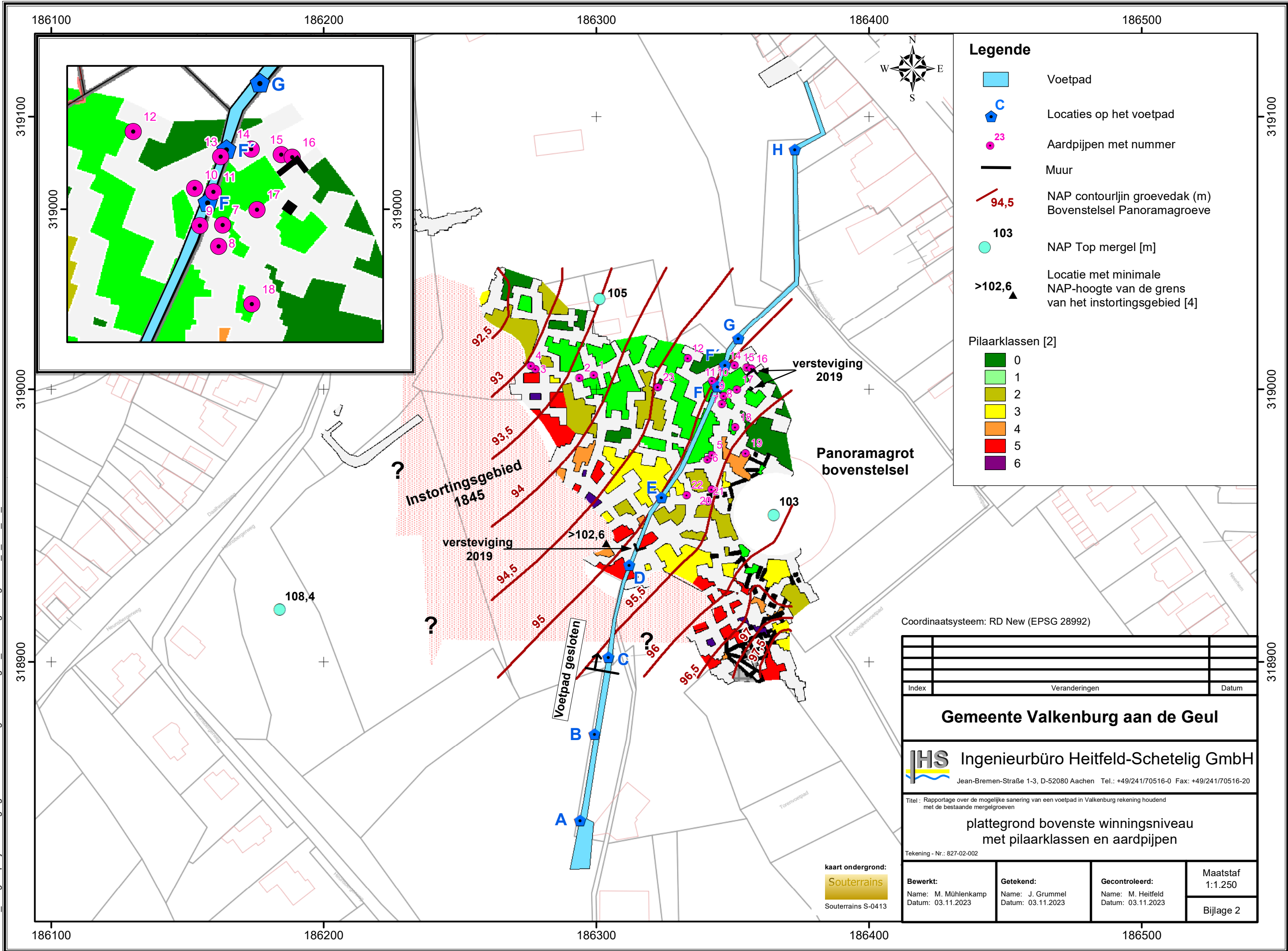
### Luchtfoto met locatie van het voetpad

Tekening - Nr.: 827-02-001.2

<b>Bewerkt:</b> Name: M. Mühlenkamp Datum: 03.11.2023	<b>Getekend:</b> Name: J. Grummel Datum: 03.11.2023	<b>Gecontroleerd:</b> Name: M. Heitfeld Datum: 03.11.2023	Maatstaf 1:1.250 Bijlage 1.2
---	---	---	------------------------------------



Y:\GIS\3\_Langzeitprojekte\Mergelgruben\Valkenburg\Panoramagrot\_Fussweg\Anlagen\Anl\_2\_827\_02\_002.mxd



**Legende**

- Voetpad
- C Locaties op het voetpad
- 23 Aardpijpen met nummer
- Muur
- 94,5 NAP contourlijn groevedak (m)  
Bovenstelsel Panoramagroeve
- 103 NAP Top mergel [m]
- >102,6 Locatie met minimale  
NAP-hoogte van de grens  
van het instortingsgebied [4]

**Pilaarklassen [2]**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Coördinaatsysteem: RD New (EPSG 28992)

Index	Veranderingen	Datum

**Gemeente Valkenburg aan de Geul**

**IHS** Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH  
 Jean-Bremen-Strasse 1-3, D-52080 Aachen Tel.: +49/241/70516-0 Fax: +49/241/70516-20

Titel: Rapportage over de mogelijke sanering van een voetpad in Valkenburg rekening houdend met de bestaande mergelgroeven

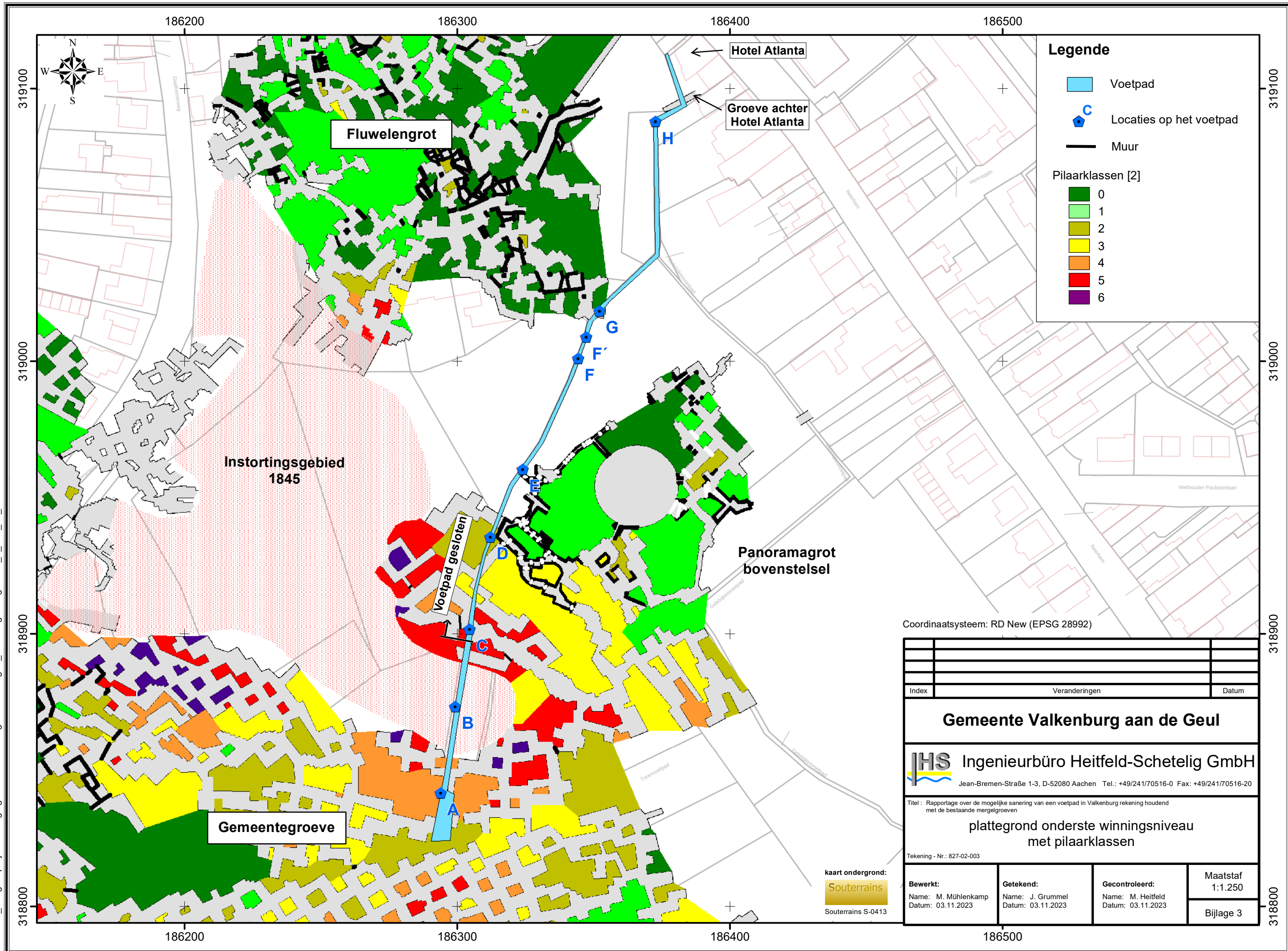
**plattegrond bovenste winningsniveau met pilaarklassen en aardpijpen**

Tekening - Nr.: 827-02-002

<b>Bewerkt:</b> Name: M. Mühlenkamp Datum: 03.11.2023	<b>Getekend:</b> Name: J. Grummel Datum: 03.11.2023	<b>Gecontroleerd:</b> Name: M. Heitfeld Datum: 03.11.2023	<b>Maatstaf:</b> 1:1.250
			<b>Bijlage 2</b>

kaart ondergrond:  
Souterrains  
 Souterrains S-0413

Y:\GIS\3\_Langzeitprojekte\Mergelgruben\Valkenburg\Panoramagrot\_Fussweg\Anlagen\Anl\_3\_827\_02\_003.mxd



**Legende**

- Voetpad
- Locaties op het voetpad
- Muur

**Pilaarklassen [2]**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Coördinaatsysteem: RD New (EPSG 28992)

Index	Veranderingen	Datum

**Gemeente Valkenburg aan de Geul**

**IHS** Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH  
 Jean-Bremen-Strasse 1-3, D-52080 Aachen Tel.: +49/241/70516-0 Fax: +49/241/70516-20

Titel : Rapportage over de mogelijke sanering van een voetpad in Valkenburg rekening houdend met de bestaande mergelgroeven

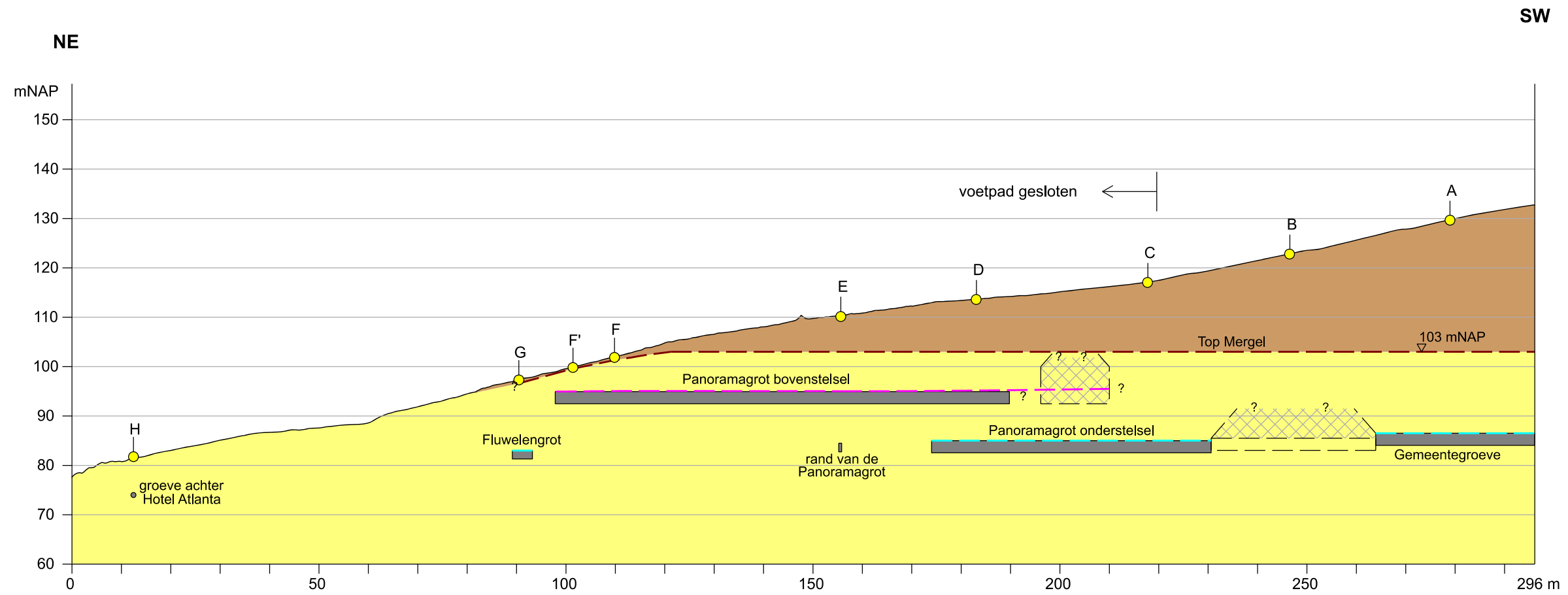
**plattegrond onderste winningsniveau met pilaarklassen**

Tekening - Nr.: 827-02-003

kaart ondergrond:  
**Souterrains**  
 Souterrains S-0413

<b>Bewerkt:</b> Name: M. Mühlkamp Datum: 03.11.2023	<b>Getekend:</b> Name: J. Grummel Datum: 03.11.2023	<b>Gecontroleerd:</b> Name: M. Heitfeld Datum: 03.11.2023	<b>Maatstaf</b> 1:1.250
			<b>Bijlage 3</b>





**Legende**

- grond boven mergel (grondbedekking)
- mergel
- maaiveld (AHN4 data)
- E locatie op het voetpad
- Top Mergel
- groevedak bovenstelsel Panoramagrot
- groevedak onderstelsel Panoramagrot, Fluwelengrot, Gemeentegroeve
- mergelgroeve
- Instortingsgebied 1845

Index	Veranderingen	Datum

**Gemeente Valkenburg aan de Geul**

**IHS** Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH  
 Jean-Bremen-Straße 1-3, D-52080 Aachen Tel.: 0241/70516-0 Fax: 0241/70516-20

Titel: Rapportage over de mogelijke sanering van een voetpad in Valkenburg rekening houdend met de bestaande mergelgroeven

**Profiel langs het voetpad met mergelgroeven en instortingsgebied 1845**

Tekening - Nr.: 827-02-004

Bewerkt: Name: M. Mühlenkamp Datum: 03.11.2023	Getekend: Name: M. Paffen Datum: 03.11.2023	Gecontroleerd: Name: M. Heitfeld Datum: 03.11.2023	Maatstaf 1:1.000  Bijlage 4
--	---	--	--------------------------------------



### Hoogteniveaus vor het bovenste winningsniveau langs het voetpad

Locatie	NAP maaiveld  m	NAP gangen bovenste winningsniveau  m	Boring Top mergel diepte m onder maaiveld	NAP Top mergel  m	Dikte grond  m	Dikte mergel (boven groevedak)  m	Diepte gangen (onder maaiveld)  m	Opmerkingen
A	129,7	-	-	103	26,7	-	-	geen grove bovenstelsel
B	122,7	-	-	103	19,7	-	-	geen grove bovenstelsel
C	116,9	95,5	-	103	13,9	7,5	21,4	Instortingsgebied, Panoramagrot bovenstelsel ? (Heunsberggroeve)
D	113,7	95	-	103	10,7	8	18,7	Panoramagrot bovenstelsel (Heunsberggroeve)
E	110,0	95	-	103	7	8	15	Panoramagrot bovenstelsel (Heunsberggroeve)
F	101,8	95	0,50	101,3	0,5	6,3	-	Panoramagrot bovenstelsel (Heunsberggroeve)
F'	99,9	95	0,35	99,55	0,35	4,55	-	Panoramagrot bovenstelsel (Heunsberggroeve)
G	97,3	95	0,67	96,63	0,67	1,63	2,3	<i>voetpad niet direct over Panoramagrot bovenstelsel (op een afstand van 5 m)</i>
H	81,6	-	-	?	?	?	?	Groeve achter Hotel Atlanta, hoogte onduidelijk (zie onderste winningsniveau)

### Hoogteniveaus vor het onderste winningsniveau langs het voetpad

Locatie	NAP maaiveld  m	NAP gangen onderste winningsniveau  m	Boring Top mergel diepte m onder maaiveld	NAP Top mergel  m	Dikte grond  m	Dikte mergel (boven groevedak)  m	Diepte gangen (onder maaiveld)  m	Opmerkingen
A	129,7	86,5	-	103	26,7	16,5	43,2	Gemeentegroeve
B	122,7	85,5	-	103	19,7	(17,5) <sup>1</sup> (11,5) <sup>2</sup>	37,2	Gemeentegrove / Panoramagrot onderstelsel (Wilhelminagroeve)
C	116,9	85	-	103	13,9	18	31,9	Panoramagrot onderstelsel (Wilhelminagroeve)
D	113,7	85	-	103	10,7	18	28,7	Panoramagrot onderstelsel (Wilhelminagroeve)
E	110,0	84,5	-	103	7	18,5	25,5	rand van de Panoramagrot onderstelsel (Wilhelminagroeve)
F	101,8	-	0,50	101,3	0,5	-	-	
F'	99,9	-	0,35	99,55	0,35	-	-	
G	97,3	83	0,67	96,63	0,67	13,63	14,3	Fluwelengrot
H	81,6	74	-	?	?	?	7,6	Groeve achter Hotel Atlanta, hoogte onduidelijk

<sup>1</sup> = zonder instortingsgebied

<sup>2</sup> = dikte Mergel tot dak instortingskoepel

Aardpijp Nummer	Aardpijp in:			Breedte opening (in pilaar) [cm]	Gevaar leegloop	Opmerkingen
	Diameter [cm]	pilaar	dak			
7	35		x		4	
8	50		x		5	
9	5		x		2	plantenwortels
10	25		x		3	
11	100	x		10*40	1	
13	20		x		3	plantenwortels
14a	25		x		3	plantenwortels
14b	25		x		3	plantenwortels