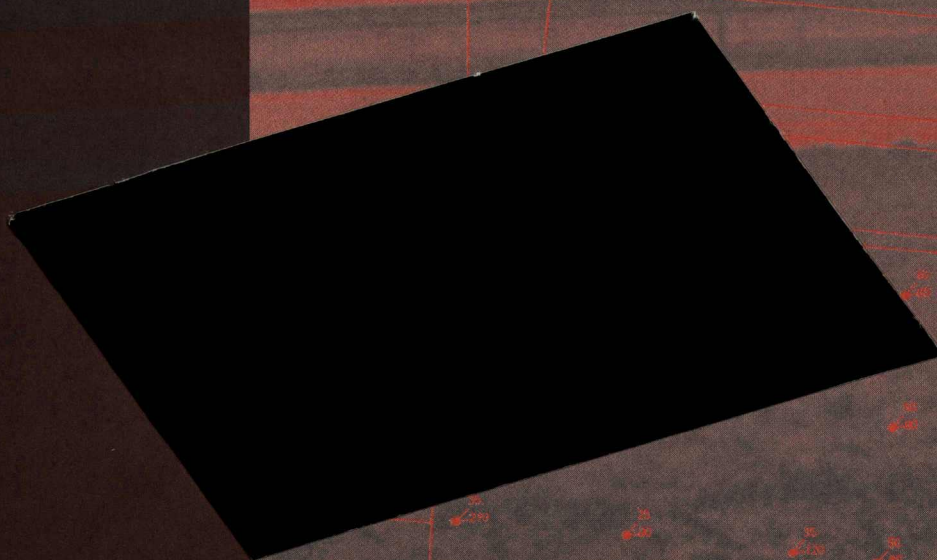


RAAP

Archeologisch Adviesbureau

raai 641-667

raai 687-689



RAAP-RAPPORT 783

Plangebied Laag-Dalem

Gemeente Gorinchem

Effectbepaling van gronddeformatie op de archeologische vindplaats 'Dalemse Donk'

RAAP-RAPPORT 783

Plangebied Laag-Dalem

Gemeente Gorinchem

Effectbepaling van gronddeformatie op de archeologische vindplaats 'Dalemse Donk'

Colofon

Opdrachtgever: Heijmans Vastgoed B.V.

Project: herinrichting plangebied Laag-Dalem (gemeente Gorinchem)

Titel: Plangebied Laag Dalem, gemeente Gorinchem; effectbepaling van gronddeformatie op de archeologische vindplaats 'Dalemse Donk'

Status: eindversie

Datum: juni 2002

Auteur: dr. D.C.M. Raemaekers

Bestandsnaam: L:\QXPress\2002\GOLA4\RA783-GOLA4.qxd

Projectcode: GOLA4

Projectleider: dr. D.C.M. Raemaekers

Projectmedewerker: drs. B.I. Smit

Autorisatie:



drs. C.M. Soonius

ISSN: 0925-6229

RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V.

telefoon: 020-463 4848

Zeeburgerdijk 54

telefax: 020-463 4949

1094 AE Amsterdam

E-mail: raap@raap.nl

Postbus 1347

1000 BH Amsterdam

© RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., 2002

RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

4	1 Inleiding
6	2 Methoden en uitgangspunten
	2.1 Bureauonderzoek
	2.2 Archeologische vindplaats-verwachting
	2.3 Gronddeformatie
11	3 De vindplaats Dalemse Donk
	3.1 Bureauonderzoek
	3.2 Archeologische vindplaats-verwachting
	3.3 Gronddeformatie
17	4 Conclusies
18	Literatuur
19	Gebruikte afkortingen
19	Verklarende woordenlijst
19	Overzicht van figuren en (losse kaart-) bijlagen
20	Bijlage 1: Deformatie predictie archeologische vindplaats Gorinchem (Middelkamp, 2002)

1 Inleiding

Heijmans Vastgoed B.V. heeft RAAP Archeologisch Adviesbureau opdracht gegeven onderzoek uit te voeren voor het bepalen van de effecten van de inrichtingsplannen voor de woonwijk Kreek en Donk (gemeente Gorinchem) op de in de ondergrond aanwezige archeologische resten (figuur 1). Deze resten bestaan uit verschillende niveaus met archeologisch materiaal, aangetroffen op en nabij een zogenaamde donk: een in de laatste ijstijd opgewaaid rivierduin waar gedurende de Prehistorie op verschillende momenten bewoning plaatsvond (Jansen & De Jager, 2000; Smit & De Kort, 2001).

De opdrachtgever is voornemens in het gebied rondom de Dalemse Donk op een aantal verhoogde delen van het plangebied woningen (zogenaamde woondonken) te realiseren. Als gevolg van de ophoging zullen de bodemlagen vervormd worden.

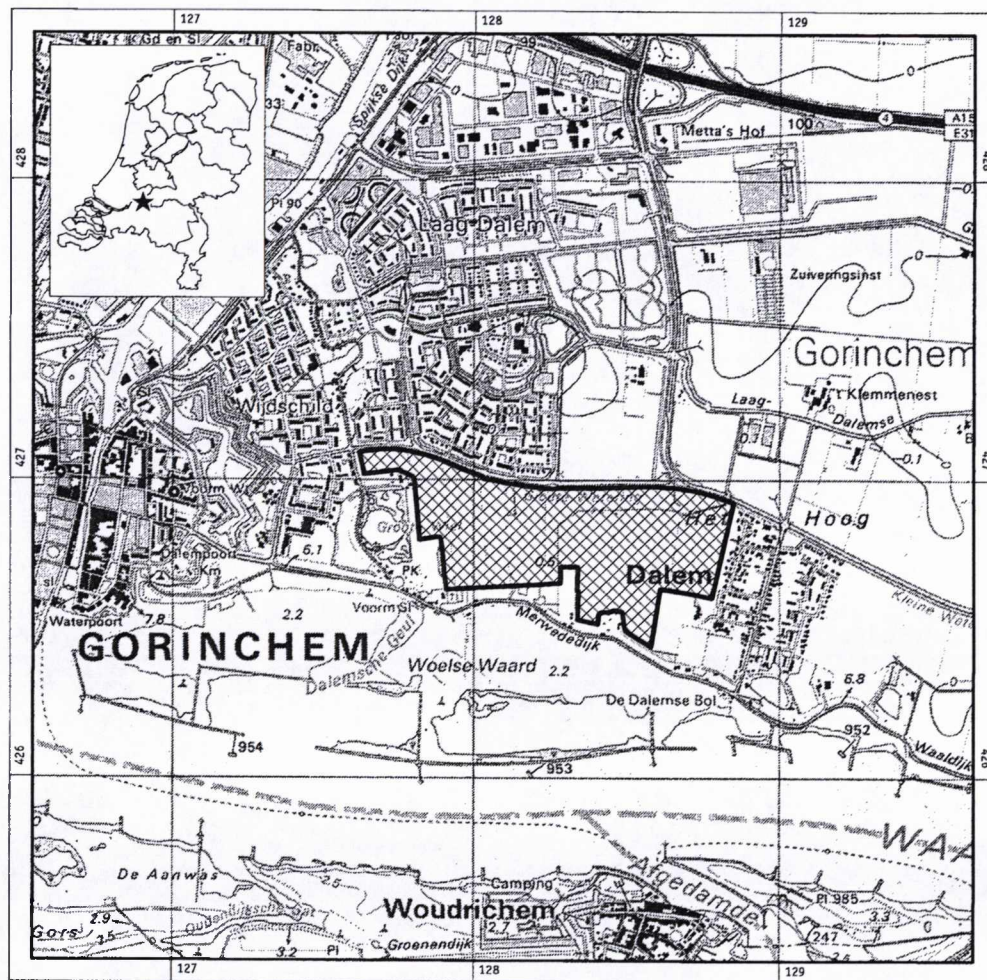
Onderhavig onderzoek heeft tot doel vast te stellen welke effecten de deformatie van de grondlagen heeft op de in de ondergrond aanwezige archeologische resten.

In onderhavig onderzoek worden de effecten van drie mogelijke inrichtings-scenario's onderzocht. Deze scenario's zijn:

1. een ophoging van de woondonken met netto twee meter zand. De randen van de woondonken (circa vijf meter breed) worden met zogenaamde schanskorven met een hoogte van 1,5 m gerealiseerd;
2. een gelijkmatige ophoging van het gehele plangebied met netto 70 cm zand (tot circa 1,0 m +NAP);
3. naast de eerstgenoemde ophoging vind een integrale ophoging van het gehele plangebied plaats met netto één meter zand.

In overleg met de opdrachtgever is besloten de effecten van de drie scenario's te bepalen aan de hand van de profielen van drie boorraaiën. Deze boorraaiën zijn gezet tijdens eerder onderzoek in het plangebied (Jansen & De Jager, 2000; Smit & De Kort, 2001). Het betreft de boorraaiën L-L', N-N' en O-O' (Smit & De Kort, 2001; figuur 2). Deze raaiën zijn als kaartbijlage 1 in onderhavig rapport opgenomen. Voor onderhavig onderzoek is gebruik gemaakt van het Voorlopig Ontwerp van Wissing stedenbouw en ruimtelijke vormgeving BV d.d. 22 oktober 2001. Dit ontwerp is gebaseerd op het onbebouwd laten van de contour van de vindplaats zoals vastgesteld tijdens het onderzoek door Jansen & De Jager (2000). Uit het onderzoek door Smit & De Kort (2001) blijkt dat de archeologische vindplaats onder de westelijke woondonk doorloopt (figuur 2).

De resultaten van het geotechnisch onderzoek (Middelkamp, 2002) zijn als bijlage 1 aan onderhavig rapport toegevoegd.



Figuur 1: Ligging van het plangebied (gearceerd); inzet: ligging in Nederland (ster).

2 Methoden en uitgangspunten

2.1 Bureauonderzoek

Tijdens het bureauonderzoek zijn diverse gegevens betreffende de archeologische vindplaats geïventariseerd en bestudeerd. De volgende werkzaamheden zijn verricht:

- het inventariseren van de beschikbare archeologische gegevens over de Dalemse Donk (Jansen & De Jager, 2000; Smit & De Kort, 2001);
- het bestuderen van archeologische gegevens van vergelijkbare vindplaatsen op donken, te weten de vindplaatsen Polderweg en De Bruin te Hardinxveld-Giessendam (Louwe Kooijmans, 2001a & 2001b);
- het bestuderen van de reeds beschikbare geotechnische gegevens (Fugro Ingenieursbureau BV, 2000).

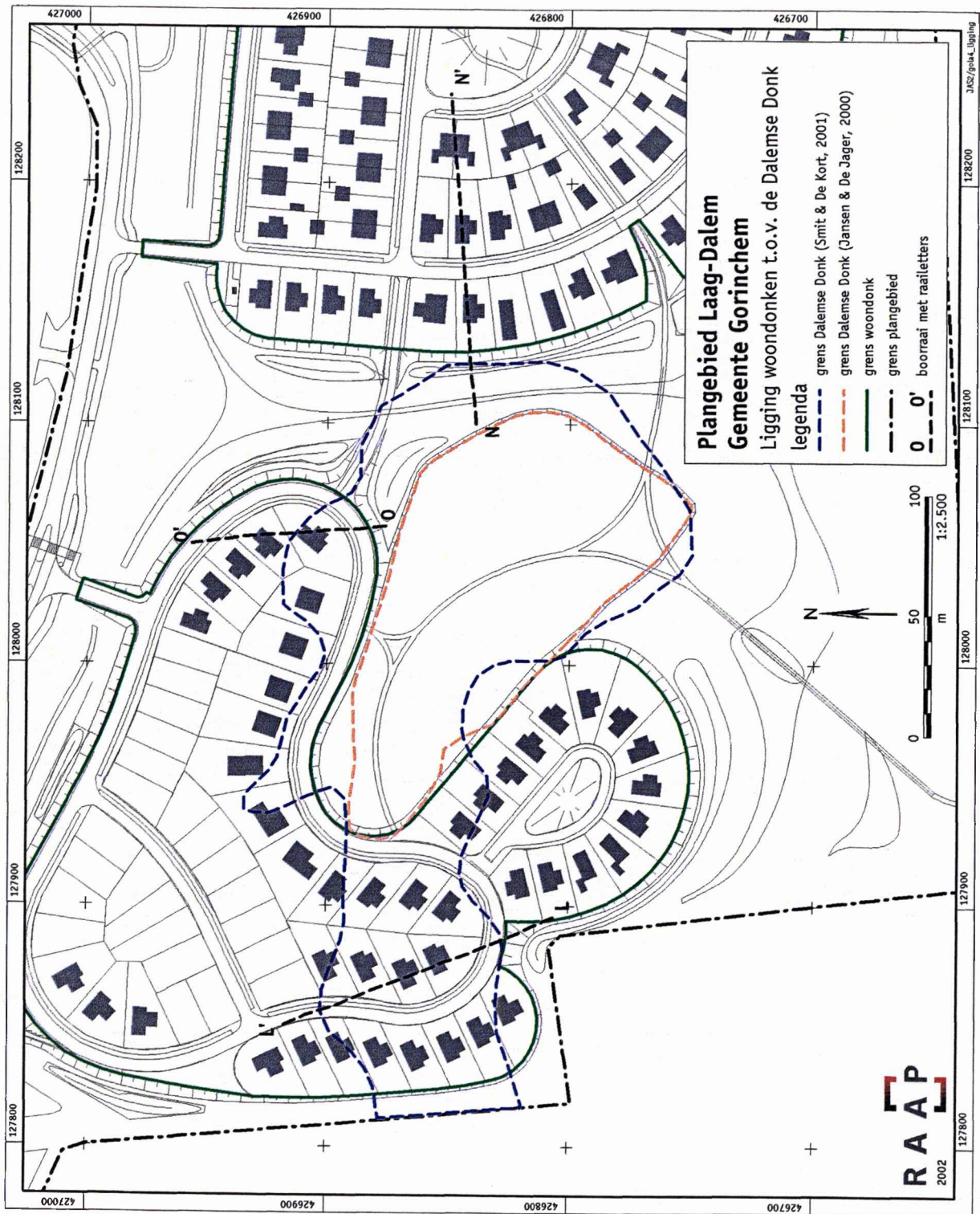
2.2 Archeologische vindplaats-verwachting

Welke archeologische resten op een archeologische vindplaats aanwezig zijn, kan uitsluitend door het uitvoeren van een opgraving bepaald worden. Aangezien vindplaatsen zoals de Dalemse Donk de status van archeologisch monument hebben/krijgen teneinde de archeologische resten te behouden, is opgraving geen optie om vast te stellen welke aspecten van een archeologische vindplaats door herinrichting aangetast worden. Om toch de effecten van plannen te kunnen beoordelen, wordt er gewerkt met een zogenaamde archeologische vindplaats-verwachting. De archeologische vindplaats-verwachting is een door veld- en literatuurgegevens onderbouwde beschrijving van vondst- en spoorcategorieën die naar verwachting op een vindplaats zijn aan te treffen. De effecten van de herinrichting worden vervolgens aan de archeologische vindplaats-verwachting getoetst (Raemaekers, 2002).

De archeologische vindplaats-verwachting bestaat uit een aantal aspecten: artefactcategorieën, spoorcategorieën en ruimtelijke samenhang. Deze aspecten worden afzonderlijk besproken.

Artefactcategorieën

Het eerste aspect van een archeologisch vindplaats betreft de aanwezige soorten artefacten: vuurstenen werktuigen, scherven van aardewerken potten, voedselresten, enzovoorts. De effecten van de gronddeformatie op de kwaliteit van artefacten zijn onbekend. In het kader van de archeologische monumentenzorg is vooralsnog geen empirisch onderzoek uitgevoerd waarbij bijvoorbeeld de kwaliteit van artefacten voorafgaand aan en na afloop van een zandophoging is geanalyseerd.



Figuur 2: Ligging woondonken ten opzichte van de archeologische vindplaats Dalemse Donk.

De archeologische opgravingspraktijk levert echter wel informatie op die mogelijk indicatief is voor de effecten van gronddeformatie op de kwaliteit van diverse artefactcategorieën. Uitgangspunt bij deze analogie is dat de vondstniveaus van de archeologische vindplaats bewaard zijn gebleven onder een dik pakket sediment en dus al eeuwenlang de invloed hebben ondergaan van gronddeformatie als gevolg van een 'natuurlijk ophogingspakket'. Uit opgravingen van afgedekte vindplaatsen blijkt dat de kwaliteit van de artefacten niet zozeer bepaald lijkt te worden door de dikte van het afdekkend pakket, maar eerder door de kenmerken van het grondwaterregime (zuurgraad en - variaties in - grondwaterstand en -stroming) en de geologische matrix waarin de artefacten zich bevinden.

Spoorcategorieën

Het tweede aspect van een archeologische vindplaats zijn de aanwezige grondsporen: de opvullingen van bijvoorbeeld greppels, afval- en grafkuilen. De effecten van gronddeformatie op de informatiewaarde van grondsporen is evenmin een onderwerp van studie geweest voor de archeologische monumentenzorg. Ook hier levert de opgravingspraktijk mogelijk enige inzichten op. Afgedekte vindplaatsen leveren met name informatie op over zetting (verticale gronddeformatie). Als gevolg van de afdekking van archeologische vindplaatsen kunnen grondsporen enigszins ingedrukt worden, waarbij de mate van indrukking wordt bepaald door het gewicht van het afdekkende pakket, de omvang van het grondspoor, de verhouding wat betreft stijfheid tussen de geologische matrix en de spoorvulling en de sinds afdekking verstreken tijd. Bij afdekking van een groot, diep spoor met een slappe vulling in een zandmatrix door een dik pakket, zal de indrukking van de bovenzijde van het spoor relatief groot zijn; een klein, ondiep spoor met een vulling die qua stijfheid sterk overeenkomt met de geologische matrix en wordt afgedekt door een dun pakket, zal slechts weinig ingedrukt worden (Van Duijnen, 2000; Raemaekers, 2001). De mate waarin de vervorming van grondsporen leidt tot verlies aan informatiewaarde is slechts tot op zekere hoogte vast te stellen. Er dient opgemerkt te worden dat indien een grondspoor bijvoorbeeld als gevolg van ophoging 50 cm in verticale richting en 20 cm in horizontale richting wordt verplaatst, een substantieel deel van deze verplaatsing geldt voor het gehele grondspoor.

Ruimtelijke samenhang

De aspecten artefact- en spoorcategorieën beschrijven de aanwezigheid van de verschillende elementen. Het laatste aspect betreft de ruimtelijke samenhang van deze elementen. Dit aspect is in het kader van onderhavig onderzoek met name van belang omdat de voorgenomen herinrichting tot gevolg heeft dat de huidige bodemopbouw inclusief de aanwezige resten vervormd wordt. Met andere woorden: de ruimtelijke samenhang kan worden verstoord. In algemene termen heeft de ruimtelijke samenhang betrekking op de samenhang tussen artefacten (bijvoorbeeld in een afvalaag) en sporen (bijvoorbeeld de paalsporen behorende tot een structuur). De ruimtelijke samenhang van zowel artefactgroepen als spoorgroepen is een belangrijk kenmerk van de archeologische vindplaats.

De effecten van gronddeformatie op dit aspect kunnen worden bestudeerd voor artefacten en grondsporen. Er treedt verlies aan informatiewaarde op in de ruimtelijke samenhang van artefacten in twee situaties. Ten eerste kan gedacht worden aan vondstniveaus die momenteel nog net op basis van ruimtelijke patronen te onderscheiden zijn en als gevolg van gronddeformatie net niet meer uiteen zijn te rafelen. In deze situatie dient wederom niet gekeken te worden naar de verplaatsing, maar naar de vervorming van de ruimtelijke samenhang (welke verandering in ruimtelijke relatie tussen de artefacten treedt op?). Een tweede situatie waarin gronddeformatie kan leiden tot verlies van informatiewaarde in de ruimtelijke samenhang van artefacten, is een situatie waarin een deel van het ruimtelijke patroon van artefacten wel verplaatst wordt en een ander deel niet. De ruimtelijke samenhang wordt hierdoor plaatselijk verbroken. De ruimtelijke samenhang van grondsporen kan door gronddeformatie worden verstoord doordat een deel van samenhangende grondsporen wordt verplaatst en een ander deel niet of in veel mindere mate.

Synthese

Uit bovenstaande effectbepaling blijkt met name dat er nog weinig specifieke empirische kennis voorhanden is. Op basis van de beschikbare gegevens (analogie uit de opgravingspraktijk) wordt gesuggereerd dat de effecten van gronddeformatie op de aspecten artefactcategorieën en spoorcategorieën mogelijk minimaal zijn. Aangezien de relevantie van deze analogie niet kan worden onderbouwd door empirische gegevens, zal in onderstaand rapport verder niet worden ingegaan op de effecten van gronddeformatie op artefactcategorieën en spoorcategorieën. Het derde vindplaats-aspect, ruimtelijke samenhang, kan nader onderzocht worden door middel van onderzoek naar gronddeformatie.

2.3 Gronddeformatie

Algemeen

In andere disciplines dan de archeologische monumentenzorg is het gebruikelijk de draagkracht van de ondergrond uit te rekenen. Door het vaststellen van verschillende grondeigenschappen en het gebruik van softwarematige modellen is het zo mogelijk te voorspellen welk effect de aanleg van bijvoorbeeld een spoordijk op de in de ondergrond aanwezige grondlagen heeft. In onderhavig onderzoek is zo'n geotechnisch onderzoek uitgevoerd met behulp van het softwarepakket PLAXIS. De resultaten van dit onderzoek zijn als bijlage 1 in onderhavig rapport opgenomen. PLAXIS-berekeningen geven een indruk van verplaatsingen van grondlagen (deformatie) en van de kans dat de uitvoering van plannen niet alleen leidt tot het indrukken van grondlagen maar ook tot afschuiving en vermenging.

Nauwkeurigheid

De voor onderhavig onderzoek berekende deformaties zijn gebaseerd op de zogenaamde lage representatieve tabelwaarden (Nederlands Normalisatie-instituut, 1991: NEN 6740). Dit betekent dat de gebruikte waarden voor de grondkarakteristieken zo zijn gekozen dat de hier gepresenteerde uitkomsten eerder te grote

vervormingen aangegeven dan te kleine. De daadwerkelijke vervormingen als gevolg van de realisatie van de inrichtingsplannen zullen naar verwachting kleiner uitvallen dan de uitkomsten van de PLAXIS-berekeningen.

Afschuiving

Onder de grondwaterspiegel bestaat grond uit water en korrels. Die korrels kunnen van minerale of organische oorsprong zijn en vormen samen het 'korrelskelet' waartussen zich poriën bevinden. Wanneer wordt opgehoogd, wordt de toegenomen belasting van de grond opgenomen door compactie van het korrelskelet. Dat vindt plaats in verticale richting, maar soms ook in horizontale. Bij compactie wordt het poriënvolume van de grond verkleind. Vloeistoffen zijn niet samen-drukbaar. Verkleining van het poriënvolume betekent dus dat poriënwater moet worden afgevoerd. De maximale snelheid waarmee dat kan gebeuren, is afhankelijk van de grootte van de poriën.

Wanneer nu een ophoging de grond zo snel belast dat het poriënwater niet vlug genoeg weg kan, ontstaat een situatie waarbij de te snel toegenomen gronddruk volledig door het grondwater wordt opgenomen in plaats van door het korrelskelet. De grond gedraagt zich dan als een vloeistof, heeft dus geen weerstandbiedend moment meer en schuift af. Wanneer zich het risico op afschuiven voordoet, moet de wijze van ophogen dus worden afgestemd op de doorlatendheid van de grond.

De stabiliteitsfactor

Als PLAXIS-berekeningen aantonen dat als gevolg van de voorgenomen herinrichting afschuiving van grondlagen kan optreden, kan afschuiving worden voorkomen door duidelijke randvoorwaarden betreffende de uitvoering op te stellen, zoals de gelijkmatigheid van de ophoging (wordt het zand gelijkmatig opgebracht of 'puntsgewijs') en de wachttijd tussen de ophogingsfasen. Deze variabelen zijn allemaal samen te vatten door gebruik te maken van de zogenaamde stabiliteitsfactor. De stabiliteitsfactor is een getal dat aangeeft in welke mate een situatie in evenwicht is: hoe groter het getal, hoe groter de kans dat de desbetreffende ingreep niet leidt tot afschuiving van grondlagen. De factor kan worden uitgerekend door het weerstandbiedende moment te delen door het aandrijvend moment. Vanuit theoretisch oogpunt betekent een stabiliteitsfactor groter dan 1,0 dat de desbetreffende situatie stabiel is. In de praktijk wordt een factor van 1,3 à 1,4 als voldoende stabiel gehanteerd.

Vermenging

Door het aanhouden van een hoge stabiliteitsfactor voor de uitvoeringsfase wordt het risico van vermengen van vondstniveaus door het wegpersen van grondlagen voorkomen. Vermenging kan namelijk alleen optreden als een vondstloze laag tussen twee vondstniveaus verdwijnt. Dit kan alleen gebeuren als afschuiving plaatsvindt. Een hoge stabiliteitsfactor garandeert dus dat afschuiving en vermenging niet optreden.

3 De vindplaats Dalemse Donk

3.1 Bureauonderzoek

Geologisch kader

De voor onderhavig onderzoek belangrijke sedimentatiegeschiedenis vangt aan in het Laat Pleistoceen. In deze periode ontstaan in de brede dalen van Rijn en Maas duinen, waaronder de Dalemse Donk. Na afloop van de laatste ijstijd, gedurende het Holoceen (vanaf circa 8.800 voor Chr.), wordt rondom de donk klei afgezet en komt veen tot ontwikkeling. In grote lijnen kunnen de holocene afzettingen rondom de donk in drie pakketten worden onderverdeeld (van onder naar boven: klei, veen en weer klei). De top van de Dalemse Donk bevindt zich aan het maaiveld.

De archeologische vindplaats Dalemse Donk

De vindplaats is in 2000 ontdekt tijdens de archeologische kartering van het plangebied Laag-Dalem (Jansen & De Jager, 2000; zie figuur 2). Aangezien de voorgenomen herinrichting mogelijk negatieve gevolgen voor de vindplaats zou hebben, is in 2001 aanvullend booronderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn de ligging van de donk en de ruimtelijke verspreiding van de archeologische resten nader in kaart gebracht (Smit & De Kort, 2001). Uit dit onderzoek blijkt dat de donk oost-west georiënteerd en minimaal 300 m lang is (figuur 2). De archeologische resten bestaan uit houtskool, (verbrand en onverbrand) bot alsmede fragmenten aardewerk en vuursteen. Deze resten zijn aangetroffen in de bovenste 30 cm van het donkzand en aan alle zijden rondom de donk in de verschillende holocene afzettingen tot maximaal 80 m afstand van het zandlichaam.

3.2 Archeologische vindplaats-verwachting

Artefactcategorieën

De resultaten van het booronderzoek op de Dalemse Donk kunnen worden vergeleken met de resultaten van de recente opgravingen in Hardinxveld-Giessendam (Louwe Kooijmans, 2001a & 2000b: vindplaatsen Polderweg en De Bruin). Uit de vondsten uit boringen blijkt dat de conservering van organisch materiaal goed is. De aangetroffen archeologische resten bestaan uit houtskool, (verbrand en onverbrand) bot alsmede fragmenten aardewerk en vuursteen. De aanwezigheid van onverbrand bot maakt het zeer waarschijnlijk dat de conserveringsomstandigheden goed zijn, zodat ook ander onverbrand organisch materiaal (zoals zaden en hout) bewaard is gebleven. Dit betekent dat op de vindplaats naar verwachting niet alleen botten van grote dieren, maar ook van bijvoorbeeld vissen aanwezig

zijn. Tevens dient rekening te worden gehouden met de eventuele aanwezigheid van artefacten van been en hout alsmede plantaardige macroresten.

Spoorcategorieën

Er dient ook rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van graven. Het booronderzoek heeft de aanwezigheid van grondsporen niet aangetoond. De opgravingen Polderweg en De Bruin geven een beeld van de diverse spoorcategorieën die mogelijk aanwezig zijn en de lithostratigrafische positie waarin die zich kunnen bevinden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen kuilen (diameter 0,5-5,0 m), depositiekuiltjes (diameter 35-55 cm), paalsporen (diameter maximaal 60 cm) en graven. De grondsporen bevinden zich uitsluitend in het donkzand en het afdekkende (zandige) colluvium (Louwe Kooijmans & Nokkert, 2001).

Een specifieke spoorcategorie: afvallagen

Een kenmerkende spoorcategorie voor de Dalemse Donk betreft de vondstniveaus in het holocene sediment. Deze zijn in de regel zandiger dan het omliggende materiaal en kunnen de verschillende genoemde artefactcategorieën bevatten. De afvallagen rondom de Dalemse Donk kunnen worden beschouwd als lithologische lagen met een toevoeging van archeologische resten: artefacten en sporen. De effecten van de herinrichtingsplannen op de afvallagen kunnen evenals die op andere (niet-archeologische) lagen door middel van PLAXIS-berekeningen worden gemodelleerd.

Ruimtelijke samenhang

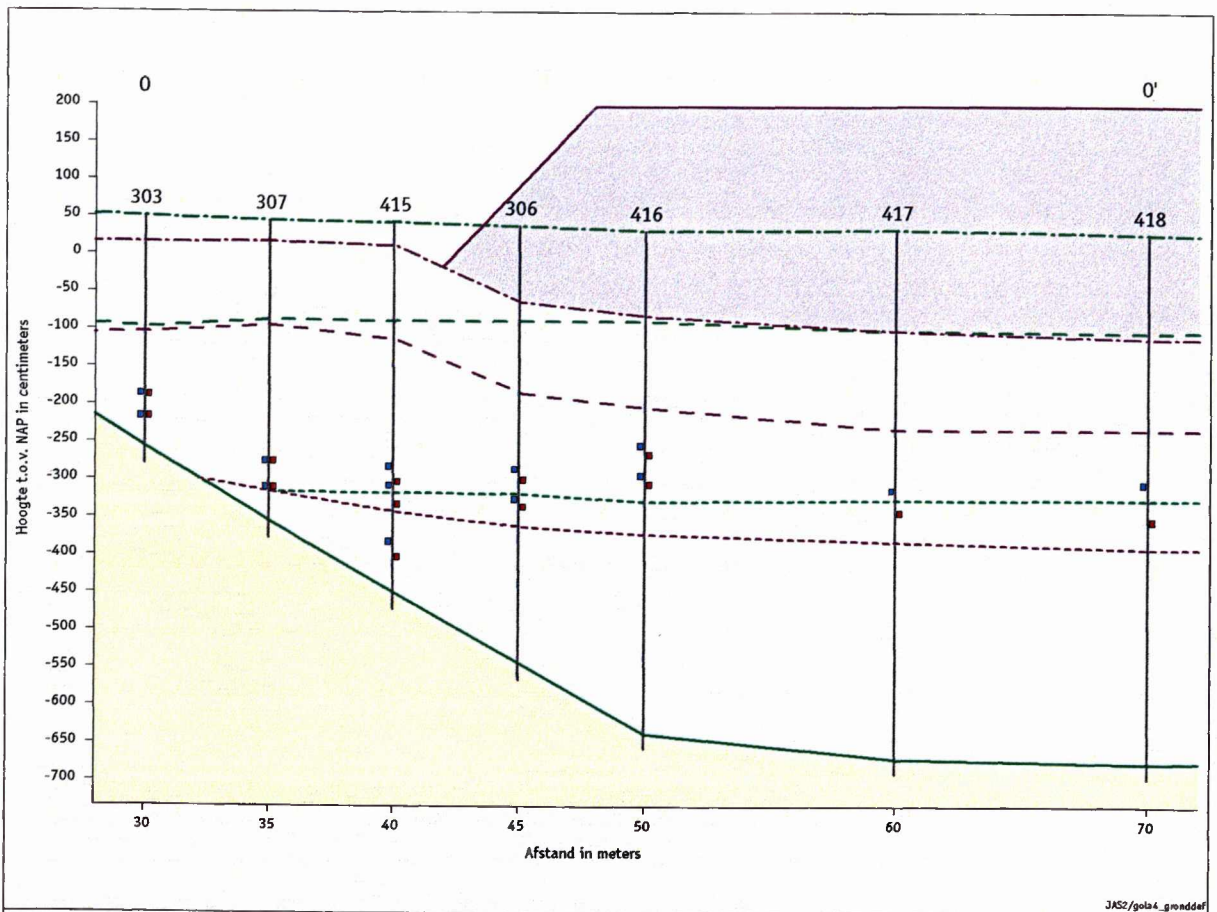
Het aspect ruimtelijke samenhang heeft voor de vindplaats Dalemse Donk betrekking op alle contexten waarin archeologische resten voorkomen: het donkzand en de afvallagen rondom de donk in de holocene sedimenten.

3.3 Gronddeformatie

PLAXIS-berekening

Er zijn diverse PLAXIS-berekeningen uitgevoerd, waarbij twee van de drie scenario's zijn berekend (bijlage 1). Het derde scenario (ophoging van de woondonken plus integrale ophoging) is niet berekend omdat het een mengvorm is van het eerste en tweede scenario: de effecten van dit scenario kunnen worden afgeleid uit de berekende effecten van het eerste en tweede scenario. In de analyse is onderscheid gemaakt tussen twee risico's: afschuiving van bodemlagen en vermenging van verschillende afvallagen (zie § 2.3). Deze risico's worden separaat besproken. Vervolgens zullen de specifieke effecten van de drie inrichtingsscenario's worden toegelicht.

De grootste vervormingen hebben betrekking op het veenpakket dat als gevolg van de ophoging in alle scenario's sterk wordt samengedrukt. Als voorbeeld wordt verwezen naar boring 306 uit boorraai N-N' (Jansen & De Jager, 2000). Deze boring wordt als voorbeeld genomen omdat de vervormingen als gevolg van de ophoging in vergelijking tot andere locaties groot is. In boring 306 liggen



JASZ/gola4_gronddat

Plangebied Laag-Dalem, vindplaats Dalemse Donk Gemeente Gorinchem

Effecten van gronddeformatie

legenda

laaggrenzen

- begrenzing opgebracht zand
- - - huidig maaiveld
- - - - huidig maaiveld na deformatie
- - - top veenpakket voor deformatie
- - - top veenpakket na deformatie
- - - top kleipakket voor deformatie
- - - top kleipakket na deformatie
- top donkzand

voorkomen archeologisch materiaal

- voor deformatie
- na deformatie

overig

- 415 boomnummer
- | boring

Figuur 3: De effecten (schematisch) van gronddeformatie ten gevolge van ophoging van de woondonken (scenario 1) – boorraai 0-0'.

twee vondstniveaus relatief dicht bij elkaar (onderlinge afstand 25 cm) en wordt het veenpakket volgens de PLAXIS-berekening sterk ingedrukt; het risico van vermenging is hier in vergelijking tot andere locaties groot en kan op deze locatie zeer goed onderzocht worden. Tijdens onderhavig onderzoek is vastgesteld dat het veenpakket een dikte heeft van 210 cm; na ophoging volgens scenario 1 (woondonken) blijft hier nog 180 cm van over. Dit betekent dat van de dikte van het veenpakket zo'n 86% overblijft (een compactie van 14%). Naar verwachting zal de samendrukking met name in het bovenste deel van het veenpakket plaatsvinden (het onderste deel heeft reeds langer de invloed van de druk van de bovenliggende lagen ondergaan). Aangezien de archeologische niveaus zich onderin het pakket bevinden, betekent dit dat de afstand tussen de twee vondstniveaus minimaal 21,5 cm (86% van 25 cm) zal blijven.

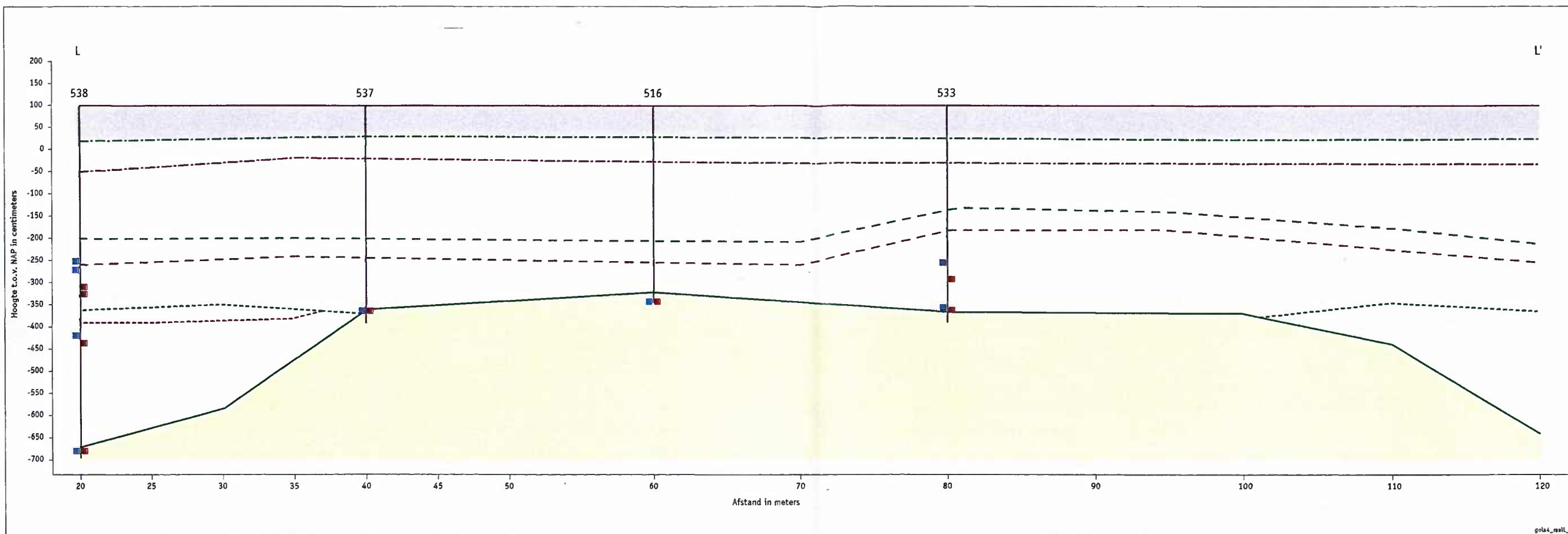
Vergelijkbare berekeningen kunnen voor alle boringen worden uitgevoerd. Bovenstaande berekening maakt duidelijk dat de PLAXIS-berekeningen aangeven dat bij een grote inklinking (30 cm) van het veenpakket toch een substantieel deel (86%) van dat pakket overblijft en dat ook de afstand tussen twee vondstniveaus binnen het veenpakket voor een belangrijk deel in stand blijft (eveneens 86%).

Scenario 1 (alleen ophoging van de woondonken met netto 2,0 m zand; figuur 3)

De aanleg van de woondonken leidt tot een maximale maaiveldddaling van 1,7 m (boorraai N-N'). De archeologische niveaus bevinden zich in de basis van het veenpakket en in het onderliggende kleipakket. Ter plaatse van de boringen met archeologische indicatoren bedraagt de maximale verticale verplaatsing circa 50 cm (boorraai N-N': boring 402). De horizontale verplaatsing bedraagt maximaal 15 cm (boorraai N-N': boring 402). De effecten van de ophoging hebben een invloedzone die tot circa 20 m buiten de rand van de woondonken reikt. Uit de PLAXIS-berekening blijkt dat stabiliteit tijdens de uitvoeringsfase niet vanzelfsprekend is. Dit betekent dat afschuiving en vermenging vermeden dient te worden door het opstellen van archeologische randvoorwaarden voor de uitvoeringsfase.

Scenario 2 (integrale ophoging met netto 70 cm zand; figuur 4)

Integrale ophoging leidt tot een maximale maaiveldddaling van 1,2 m (boorraai N-N'). De horizontale verplaatsing bedraagt minder dan 5 cm (boorraai L-L'). Ter plaatse van de archeologische niveaus zullen de grondlagen circa 20-30 cm in verticale richting worden verplaatst. Integrale ophoging heeft deformatie tot gevolg in het gehele gebied met uitzondering van het hoogste deel van de donk: hier is het zandlichaam opgenomen in de bouwvoor en zal geen zetting plaatsvinden. Uit de PLAXIS-berekening blijkt dat afschuiving en vermenging van grondlagen bij een integrale ophoging van netto 70 cm geen stabiliteitsproblemen tijdens de uitvoeringsfase tot gevolg heeft. Wel dient voorkomen te worden dat de ophoging als een 'puntlast' wordt aangebracht, waarbij in eerste instantie zeer lokaal een grote berg zand wordt gestort om deze later over het gebied te verspreiden.



**Plangebied Laag-Dalem, vindplaats Dalemse Donk
Gemeente Gorinchem**

Effecten van gronddeformatie, scenario 2, raai L-L'

legenda

laaggrenzen

- begrenzing opgebracht zand
- - - - huidige maaiveld
- - - - huidige maaiveld na deformatie
- - - - top veenpakket voor deformatie
- - - - top veenpakket na deformatie
- - - - top kleipakket voor deformatie
- - - - top kleipakket na deformatie
- top donkzand

voorkomen archeologisch materiaal

- voor deformatie
- na deformatie

overig

- 415 boomnummer
- | boring
- deformerend zandpakket
- donkzand

Figuur 4: De effecten (schematisch) van gronddeformatie ten gevolge van integrale ophoging (scenario 2) - boorraai L-L'

Scenario 3 (ophoging van de woondonken met netto 2,0 m zand en daarbuiten integrale ophoging met netto 1,0 m zand)

De combinatie van integrale ophoging en woondonken is vooralsnog niet door middel van PLAXIS-berekeningen onderzocht. Op basis van de resultaten van de scenario's 1 en 2 kan evenwel geconcludeerd worden dat de stabiliteit tijdens de uitvoeringsfase gewaarborgd zal moeten worden door het opstellen van archeologische randvoorwaarden betreffende de uitvoering. Door het opstellen van deze randvoorwaarden zal afschuiving en vermenging van grondlagen naar verwachting niet optreden.

4 Conclusies

Het archeologisch en geotechnisch onderzoek naar de effecten van de inrichtingsplannen voor de woonwijk Kreek en Donk (gemeente Gorinchem) op de in de ondergrond aanwezige archeologische resten heeft de onderstaande conclusies opgeleverd.

De inrichtingsplannen leiden tot deformatie van de grondlagen. De mate van deformatie is verschillend voor elk van de drie scenario's. Als gevolg van ophoging kan tijdens de uitvoeringsfase afschuiving en vermenging van grondlagen optreden (scenario's 1 en 3). Dit kan voorkomen worden door bij de uitvoering een stabiliteitsfactor van minimaal 1,3 te hanteren.

Het onderzoek heeft zich gericht op één aspect van de archeologische vindplaatsverwachting, te weten de ruimtelijke samenhang. Voor een modelmatig onderzoek naar de twee andere aspecten (artefacten en sporen) bestaan momenteel geen empirische gegevens (en dus onderzoeksmethoden). Indien een analogie kan worden getrokken tussen de effecten van de herinrichtingsplannen en de effecten van een langzame natuurlijke afdekking van een archeologische vindplaats, zullen de effecten van de herinrichtingsplannen op de aspecten artefactcategorieën en spoorcategorieën minimaal zijn.

Aanbevolen wordt de conclusies van onderhavig onderzoek te bespreken met de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB).

Literatuur

- Duijnen, P.G. van**, 2000. *Samendrukking sliblaag in sloot*. Brief (d.d. 29-1-2000) met kenmerk BOD_PVD_0000 79279. Holland Railconsult, Utrecht.
- Fugro Ingenieursbureau BV**, 2000. Aanvullend Geotechnisch Onderzoek betreffende Laag Dalem Zuid te Gorinchem (Opdrachtnummer D-9334/001). In: TAUW BV; *Duurzaam stedelijk waterbeheer Laag-Dalem Zuid*. TAUW BV, Deventer.
- Jansen, B., & D.H. de Jager**, 2000. Plangebied Laag-Dalem, gemeente Gorinchem; een Aanvullende Archeologische Inventarisatie (AAI). *RAAP-rapport* 603. Stichting RAAP, Amsterdam.
- Louwe Kooijmans, L.P. (red.)**, 2001a: Archeologie in de Betuweroute. Hardinxveld-Giessendam Polderweg. Een mesolithisch jachtkamp in het rivierengebied (5500-5000 v. Chr.). *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 83.
- Louwe Kooijmans, L.P. (red.)**, 2001b: Archeologie in de Betuweroute. Hardinxveld-Giessendam De Bruin. Een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v. Chr.). *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 88.
- Louwe Kooijmans, L.P., & M. Nokkert**, 2001. Sporen en structuren. In: L.P. Louwe Kooijmans (red.); Archeologie in de Betuweroute. Hardinxveld-Giessendam De Bruin. Een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v. Chr.). *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 88: 75-115.
- Middelkamp, J.**, 2002. *Deformatie predictie archeologische vindplaats Gorinchem*. Royal Haskoning, Nijmegen.
- Nederlands Normalisatie-instituut**, 1991. *NEN 6740. TGB 1990. Geotechniek. Basiseisen en belastingen*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- Raemaekers, D.C.M.**, 2001. Plangebied Disselkoe, gemeente Maasland; effectbepaling van gronddeformatie op archeologisch monument 37B-07/37B-08. *RAAP-rapport* 664. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Amsterdam.
- Raemaekers, D.C.M.**, 2002. Plangebied Zuiderveld-Oost, gemeente Nijmegen; effectbepaling van gronddeformatie op archeologisch monument 40C-071. *RAAP-rapport* 765. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Amsterdam.
- Smit, B.I., & J.W. de Kort**, 2001. Plangebied Laag-Dalem, gemeente Gorinchem; archeologisch onderzoek t.b.v. inrichtingsadvies 'Dalemse Donk'. *RAAP-rapport* 749. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Amsterdam.

Gebruikte afkortingen

NAP	Normaal Amsterdams Peil
ROB	Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek

Verklarende woordenlijst

artefact	alle door de mens gemaakte of gebruikte voorwerpen
colluvium	tijdens het Holoceen van de hellingen geërodeerde en in de dalen afgezette lössleem
donk	pleistocene zandopduiking (= de top van een rivierduin)
Holoceen	jongste geologisch tijdvak (vanaf de laatste IJstijd: ca. 8800 jaar voor Chr. tot heden)
Pleistoceen	geologisch tijdperk dat ca. 2,3 miljoen jaar geleden begon. Gedurende deze periode waren er sterke klimaatwisselingen van gematigd warm tot zeer koud (de vier bekende IJstijden). Na de laatste IJstijd begint het Holoceen (ca. 8800 voor Chr.)

Overzicht van figuren en (losse kaart-) bijlagen

- Figuur 1.** De ligging van het plangebied (gearceerd); inzet: ligging in Nederland (ster).
- Figuur 2.** Ligging woondonken ten opzichte van de archeologische vindplaats Dalemse Donk.
- Figuur 3.** De effecten (schematisch) van gronddeformatie ten gevolge van ophoging van de woondonken (scenario 1) - boorraai O-O'.
- Figuur 4.** De effecten (schematisch) van gronddeformatie ten gevolge van integrale ophoging (scenario 2) - boorraai L-L'.
- Bijlage 1.** Deformatie predictie archeologische vindplaats Gorinchem (Middelkamp, 2002).

Kaartbijlage 1. Profielen van de boorraaien L-L', N-N', O-O', P-P' en Q-Q'.

Bijlage 1: Deformatie predictie archeologische vindplaats Gorinchem (Middelkamp, 2002)

Het verslag van Royal Haskoning (projectnummer L2923.A0; referentie L2923.A0/R002/JMI/TBA/NIJM) is op de volgende pagina's integraal afgedrukt met eigen pagina-nummers

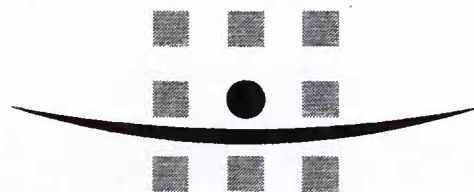
Deformatie predictie archeologische

Vindplaats Gorinchem

22 april 2002

Definitief rapport

RAAP



ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

A COMPANY OF



ROYAL HASKONING

**HASKONING NEDERLAND BV
INFRASTRUCTUUR & TRANSPORT**

Barbarossastraat 35

Postbus 151

6500 AD Nijmegen

+31 (0)24 328 42 84 Telefoon

+31 (0)24 360 95 66 Fax

info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail

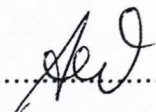
www.royalhaskoning.com Internet

Arnhem 09122561 KvK

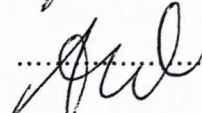
Documenttitel Deformatie predictie archeologische
Vindplaats Gorinchem
Status Definitief rapport
Datum 22 april 2002
Projectnaam RAAP Gorinchem
Projectnummer L2923.A0
Opdrachtgever RAAP
Referentie L2923.A0/R002/JMI/TBA/Nijm

Opgesteld door Ir. J.M. Middelkamp

Gecontroleerd door Ir. A.G. Wiggers

Datum/paraaf controle 22/4/02 

Goedgekeurd door Ir. A.G. Wiggers

Datum/paraaf 22/4/02 

BIJLAGE 1: Dwarsprofielen in gebied



INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
2 BODEMOPBOUW EN GRONDKARAKTERISTIEKEN	2
2.1 Bodemopbouw	2
2.2 Grondkarakteristieken	2
3 DEFORMATIEBEREKENINGEN	3
3.1 Uitgangspunten	3
3.2 Resultaten berekeningen	3
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	6

1 INLEIDING

In opdracht van RAAP Archeologisch Adviesbureau zijn door Royal Haskoning te verwachten vervormingen in de ondergrond bepaald in verband met geplande maaiveldop-hogingen in het gebied Laag Dalem Zuid te Gorinchem. Het betreft hier deformaties van een samendrukbare laag waarin archeologische vondsten gedaan zijn. De vervormingen zijn bepaald op basis van het beschikbare grondonderzoek.

Door RAAP zijn dwarsdoorsneden en bodemprofielen aangeleverd op basis waarvan met behulp van tabel 1 NEN 6740 de grondkarakteristieken zijn bepaald. Op basis van deze gegevens zijn vervormingsberekeningen uitgevoerd met behulp van Plaxis versie 7.2.

In dit rapport worden in hoofdstuk 2 de bodemopbouw en grondkarakteristieken beschreven. In hoofdstuk 3 volgen de resultaten van de berekeningen, waarna in hoofdstuk 4 de conclusies en aanbevelingen volgen.

2 BODEMOPBOUW EN GRONDKARAKTERISTIEKEN

2.1 Bodemopbouw

Op basis van de aangeleverde gegevens van RAAP en het beschikbare grondonderzoek (Geotechnisch onderzoek betreffende Laag Dalem Zuid te Gorinchem, D-9334, november 1999, Fugro Ingenieursbureau BV) is de bodemopbouw ter plaatse globaal als volgt te beschrijven:

Het maaiveld varieert ter plaatse van NAP +0,1 tot NAP +0,6 m. Direct onder het maaiveld bevindt zich een slappe lagen pakket van maximaal circa 8 m dik. Dit pakket bestaat uit klei en veen. Onder dit pakket bevindt zich het pleistocene zand. De bovenkant van dit zandpakket kent een grillig verloop. Midden in het onderzoeksgebied is een zandduin gevormd, waarbij het zandpakket zich op enkele decimeters onder het maaiveld bevindt. Rond deze zandduin bevinden zich archeologische afzettingen.

De dikte van het slappe lagen pakket verloopt samen met de diepte van de bovenkant van het zandpakket.

Een algemeen bodemprofiel is in tabel 2-1 weergegeven.

Grondsoort	Diepte van / tot [m NAP]
Klei, matig tot sterk siltig	Mv / -0,9 à -2,0
Veen	-0,9 à -2,0 / -3,4 à -3,7
Klei, matig tot sterk siltig met veen- & zandlaagjes	-3,4 à -3,7 / max. -8,0
Zand	Max. -8,0 / max. verkende diepte

Tabel 2-1: Globale bodemopbouw

2.2 Grondkarakteristieken

Op basis van de aangeleverde gegevens en tabel 1 van NEN 6740 zijn de grondkarakteristieken voor de aanwezige grondlagen bepaald. In tabel 2-2 zijn de waarden voor de grondparameters weergegeven. Het betreft hier de lage representatieve waarden voor de grondparameters.

Grondsoort	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	C'_p	C'_s
Klei, matig tot sterk siltig	15	15	22.5	10	20	240
Veen	10	10	15	2	5	30
Klei, matig tot sterk siltig met veen- & zandlaagjes	15	15	22.5	10	10	80
Zand	18	20	32.5	0	-	-

Tabel 2-2: Lage representatieve grondkarakteristieken

Toelichting bij tabel:

- γ : lage representatieve waarde van het volumieke gewicht van de grondsoort
- ϕ' : lage representatieve waarde van de hoek van inwendige wrijving
- c' : lage representatieve waarde cohesie
- C'_p : lage representatieve waarde primaire samendrukkingscoëfficiënt na grensspanning
- C'_s : lage representatieve waarde secundaire samendrukkingscoëfficiënt na grensspanning

3 DEFORMATIEBEREKENINGEN

3.1 Uitgangspunten

Met behulp van het eindige elementenprogramma Plaxis versie 7.2 zijn deformatieberekeningen uitgevoerd voor drie dwarsprofielen. Hierbij is gerekend met het Soft Soil model, waarbij voor de geavanceerde parameters ν_{ur} (Poisson's ratio for unloading/ reloading), K_0^{NC} (coëfficiënt of lateral stress in normal consolidation) en M (K_0^{NC} -parameter) de default waarden zijn gebruikt.

Deformaties als gevolg van het ophogen van het maaiveld in het betreffende gebied zijn beschouwd. Tevens is de stabiliteit van de ophoging en de ondergrond voor zowel de uitvoeringsfase als de eindsituatie in oenschouw genomen.

In de berekeningen zijn twee alternatieven voor ophoging van het maaiveld in oenschouw genomen:

1. woondonk: plaatselijke ophoging tot NAP +2,0 m met een 5 m brede rand op een niveau van NAP +1,5 m;
2. integrale ophoging: ophoging van het hele terrein tot NAP +1,0 m

Bovengenoemde hoogten van de ophogingen betreffen netto hoogten. Om deze hoogten te bereiken is een bruto ophoging noodzakelijk (bruto ophoging = netto ophoging + eindzetting).

In tabel 3-1 staan de beschouwde profielen en ophoogalternatieven weergegeven.

	Woondonk	Integrale ophoging
Dwarsprofiel N-N'	N-N' 1	N-N' 2
Dwarsprofiel O-O'	O-O' 1	O-O' 2
Dwarsprofiel L-L'	L-L' 1	L-L' 2

Tabel 3-1: Beschouwde situaties

De ligging van de dwarsprofielen ten opzichte van de geplande inrichting van het gebied is in bijlage 1 weergegeven.

Opgemerkt dient te worden dat ter plaatse van dwarsprofiel L-L' de woondonk over het hele profiel wordt aangelegd. Zodoende is er geen sprake van een plaatselijke ophoging als gevolg van de woondonk.

3.2 Resultaten berekeningen

De resultaten van de deformatieberekeningen zijn in tabel 3-2 weergegeven.

Profiel	L-L'_1	L-L'_2	N-N'_1	N-N'_2	O-O'_1	O-O'_2
Eindzetting [m]	1,1	0,7	1,7	1,2	1,5	0,9
Invloedsgebied [m] (horizontale afstand max.-min. zetting)	10	10	20	70	18	55
Stabiliteit uitvoeringsfase	> 1.3	>1.3	< 1	>1.3	< 1	>1.3
Stabiliteit eindsituatie	> 1.3	>1.3	1.5	>1.3	1.6	>1.3

Tabel 3-2: Resultaten deformatie- en stabiliteit berekeningen

Met eindzetting wordt de zetting als gevolg van de bruto ophoging bedoeld, waardoor de netto ophoging wordt bereikt (bruto ophoging = netto ophoging + eindzetting). Het invloedsgebied is een indicatie voor de minimale horizontale afstand waarover het maximale verschil in zettingen optreedt.

Uit tabel 3-2 blijkt dat de maximaal berekende zettingen in het gebied circa 1 tot 1,5 m bedraagt. De zettingen verlopen geleidelijk en zijn afhankelijk van de diepte waarop de bovenkant van de zandduin zich bevindt. De afstand waarover het verschil tussen de maximale en minimale zetting verwacht wordt is afhankelijk van de vorm van de zandduin. In bijlage 2 en 3 zijn de berekende deformaties van de verschillende situaties weergegeven.

In tabel 3-3 zijn de nieuwe niveaus van de laaggrenzen weergegeven voor enkele door RAAP uitgevoerde boringen binnen de verschillende profielen. Deze nieuwe niveaus zijn het resultaat van de opgetreden zettingen als gevolg van het aanbrengen van een integrale ophoging (NAP +1,0 m) voor profiel L-L' en een woondonk (NAP +1,5 m/ NAP +2,0 m) voor de profielen N-N' en O-O'. In de tabel zijn tevens de oorspronkelijke laagniveaus aangegeven. Onder nieuw maaiveld wordt verstaan het nieuwe niveau van het oorspronkelijke maaiveld. Tevens is in tabel 3-3 voor de beschouwde punten de horizontale verplaatsing als gevolg van de maaiveldophoging weergegeven.

Opgemerkt dient te worden dat voorgenoemde waarden voor de berekende deformaties slechts indicatief zijn. Onnauwkeurigheid ontstaat in uitvoering en interpretatie van het grondonderzoek alsmede in het benaderen van de werkelijkheid door toepassing van een bepaald rekenmodel.

Op basis van een gedetailleerder grondonderzoek en grondkarakteristieken kunnen meer nauwkeurige deformaties bepaald worden. In het algemeen wordt gesteld dat de nauwkeurigheid van zettingsberekeningen na gedetailleerd grondonderzoek $\pm 30\%$ bedraagt. De onnauwkeurigheidsmarge kan groter worden indien de horizontale verplaatsing een significante rol gaat spelen bij de deformaties.

De gehanteerde grondparameters zijn gebaseerd op tabel 1 van NEN 6740. Dit betreft de lage representatieve waarden voor de grondkarakteristieken. De berekende zettingen kunnen zodoende als een veilige berekening van de te verwachten zettingen worden beschouwd.

De stabiliteit in de eindfase is voor elk van de beschouwde situaties gewaarborgd. De stabiliteit in de uitvoeringsfase is niet gewaarborgd wanneer er geen strikte eisen worden gesteld aan de methode van ophogen (ophoogslagen, wachttijden tussen ophoogslagen, wijze van uitrijden grond). Hierdoor kunnen grote verschilverplaatsingen ontstaan. De methode van ophoging dient nader beschouwd te worden om de stabiliteit tijdens de uitvoering te waarborgen en zodoende grote verplaatsingen te voorkomen.

Boring Profiel	x-coord model [m]	Oorspr. mv [m]	Nieuw mv [m]	Ux [m]	Oorspr. niveau veen [m]	Nieuwe top veen [m]	Ux [m]	Oorspr. niveau klei [m]	Nieuwe top klei [m]	Ux [m]
539 L	0	0.1	-0.4	< 0.05	-2.0	-2.4	< 0.05	-3.7	-3.8	< 0.05
538 L	20	0.2	-0.5	< 0.05	-2.0	-2.6	0.05	-3.7	-3.9	< 0.05
553 L	25	0.2	-0.4	< -0.05	-2.0	-2.5	< 0.05	-3.7	-3.9	< 0.05
554 L	35	0.2	-0.2	< -0.05	-2.0	-2.4	< 0.05	-3.7	-3.8	< -0.05
532 L	70	0.3	-0.3	< -0.05	-2.1	-2.6	< -0.05	-4.9	-4.9	< -0.05
533 L	80	0.2	-0.3	< -0.05	-1.3	-1.8	< 0.05	-3.8	-3.8	< 0.05
557 L	95	0.1	-0.3	< -0.05	-1.4	-1.8	-0.07	-3.5	-3.5	< -0.05
401 N	50	0.2	0.2	-0.10	-0.9	-0.9	-0.10	-3.4	-3.4	< -0.05
402 N	60	0.2	-1.1	-0.30	-0.9	-1.9	-0.40	-3.4	-3.6	-0.15
403 N	70	0.2	-1.8	-0.10	-0.9	-2.4	-0.10	-3.4	-3.8	< -0.05
404 N	80	0.2	-1.8	-0.05	-0.9	-2.4	< -0.05	-3.4	-3.8	< -0.05
303 O	30	0.4	0.4	-0.05	-0.9	-1.0	< -0.05	-	-	< -0.05
307 O	35	0.4	0.4	-0.10	-0.9	-0.9	-0.10	-	-	< -0.05
415 O	40	0.4	0.3	-0.10	-0.9	-1.1	-0.25	-3.4	-3.4	< -0.05
306 O	45	0.4	-0.6	-0.20	-0.9	-1.8	-0.30	-3.4	-3.6	-0.05
416 O	50	0.4	-0.8	-0.15	-0.9	-2.0	-0.20	-3.4	-3.7	< -0.05
417 O	60	0.4	-1.0	< -0.05	-0.9	-2.3	< -0.05	-3.4	-3.8	< 0.05
418 O	70	0.4	-1.1	< -0.05	-0.9	-2.3	< -0.05	-3.4	-3.9	< 0.05

Tabel 3-3: Niveau laaggrenzen na zetting en horizontale verplaatsing als gevolg van integrale ophoging (L-L') en woondonk (N-N' en O-O')

4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Als gevolg van maaiveldophogingen in het gebied Laag Dalem Zuid te Gorinchem zijn te verwachten vervormingen berekent in de samendrukbare laag waarin tevens archeologische vondsten aanwezig zijn.

Resultaat van de deformatieberekeningen is dat zetting op zal treden in het samendrukbare pakket als gevolg van zowel een integrale maaiveldophoging als een plaatselijke ophoging. Vanwege het grillige verloop van de top van de aanwezige zandduin zullen verschilzettingen optreden. De stabiliteit van de ophoging en de grondlagen zal in de eindsituatie in beide ophoogsituaties gewaarborgd zijn. Voor de uitvoeringsfase zal de stabiliteit in geval van een plaatselijke ophoging niet gewaarborgd zijn indien geen strikte eisen aan de uitvoering gesteld worden.

BIJLAGE 2: Zetting als gevolg van woondonk

Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description : RAAP Gorinchem
 User name : HASKONING B.V.
 Project name : N-N_1b
 Output : Soil and Interfaces Info - Soft Soil

Date : 22-4-2002
 Step : 10 Page : 1

Number	Identification	Type	γ_{dry} [kN/m ³]	γ_{wet} [kN/m ³]	k_x [m/day]	k_y [m/day]	λ^* [-]	κ^* [-]	ν_{ur} [-]	K_0^{nc} [-]	M	c [kN/m ²]
1	klei, matig tot sterk siltig	Undrained	15.0	15.0	1.0000	1.0000	0.0670	0.0490	0.15	0.617	0.89	10.0
2	Veen, zwak kleilig	Undrained	10.0	10.0	1.0000	1.0000	0.2700	0.1970	0.15	0.741	0.62	2.0
3	Klei, siltig, zand en veenhoudend	Undrained	15.0	15.0	1.0000	1.0000	0.1300	0.0990	0.15	0.617	0.88	10.0

Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description : RAAP Gorinchem

User name : HASKONING B.V.

Project name : N-N'_1b

Output : Soil and Interfaces Info - Soft Soil

Date : 22-4-2002

Step : 10 Page : 2

Number	ϕ [°]	ψ [°]	C_k [-]	E_{int} [-]	R_{inter} [-]	Interface Permeability [-]
1	22.5	0.0	1E15	1.0	1.00	Neutral
2	15.0	0.0	1E15	1.0	1.00	Neutral
3	22.5	0.0	1E15	1.0	1.00	Neutral

Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description : RAAP Gorinchem
 User name : HASKONING B.V.
 Project name : N-N'_1b
 Output : Soil and Interfaces Info - Mohr-Coulomb

Date : 22-4-2002
 Step : 10 Page : 1

Number	Identification	Type	γ_{dry} [kN/m ³]	γ_{wet} [kN/m ³]	K_x [m/day]	K_y [m/day]	ν [-]	E_{ref} [kN/m ²]	c_{ref} [kN/m ²]	ϕ [°]	ψ [°]	E_{incr} [kN/m ³]	c_{incr} [kN/m ³]	γ_{ref} [m]
4	Zand	Drained	18.0	20.0	1.0000	1.0000	0.30	25000.0	0.2	32.5	0.0	0.0	0.0	0.0
5	schanskorf	Drained	18.0	20.0	1.0000	1.0000	0.30	25000.0	30.0	32.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Plaxis - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description : RAAP Gorinchem

User name : HASKONING B. V.

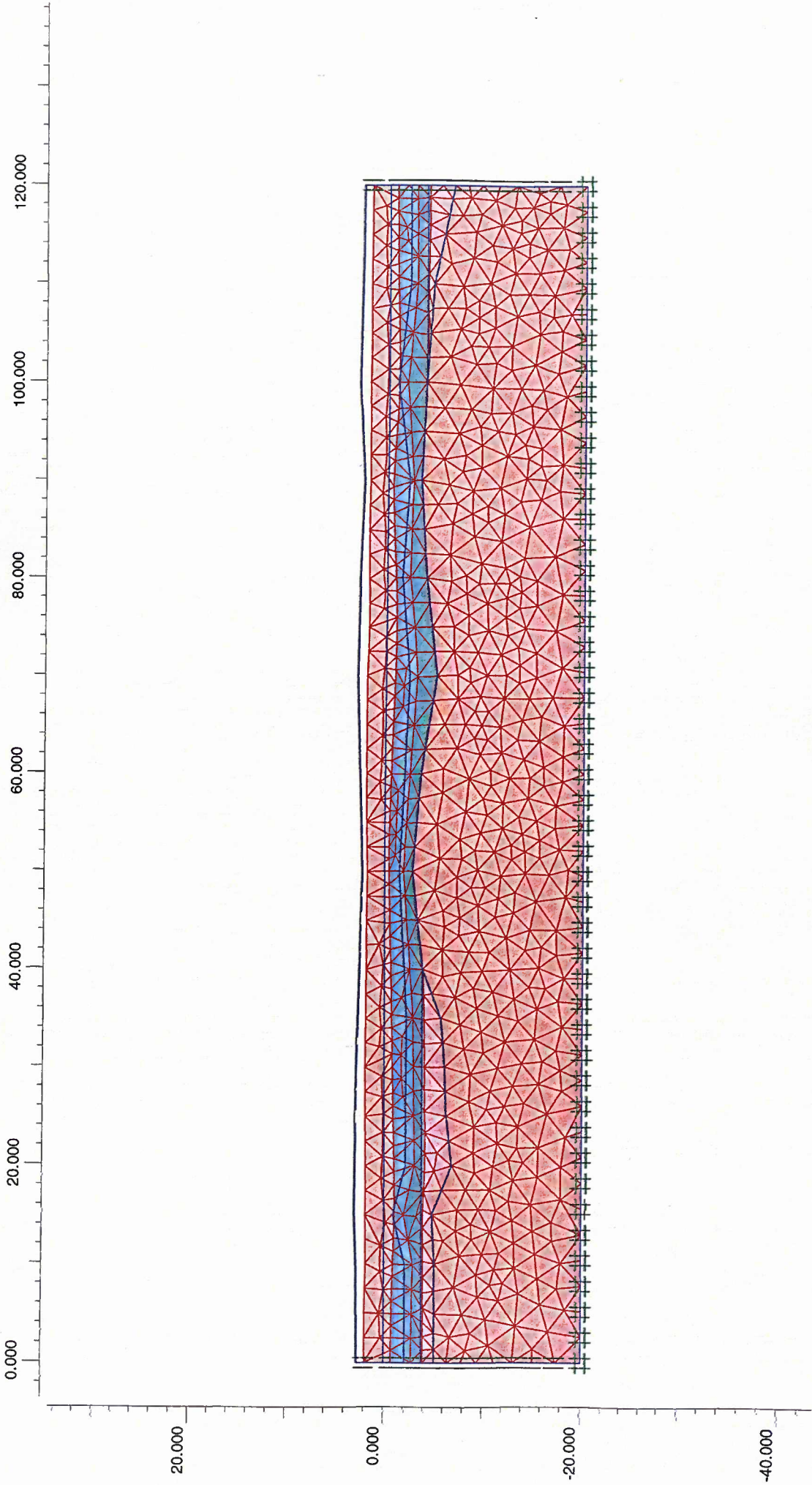
Project name : N-N'_1b

Output : Soil and Interfaces Info - Mohr-Coulomb

Date : 22-4-2002

Step : 10 Page : 2

Number	C_k	e_{init}	T-Strength [KN/m ²]	R_{inter}	Interface Permeability [-]
4	1E15	1.0	0.0	1:00	Neutral
5	1E15	1.0	0.0	1.00	Neutral



Deformed Mesh
 Extreme total displacement 1.10 m
 (displacements at true scale)

Project description

L-L': deformed mesh agv woondonk

Project name: L-L'_1 Step: 83 Date: 19-04-02 User name: HASKONING B.V.

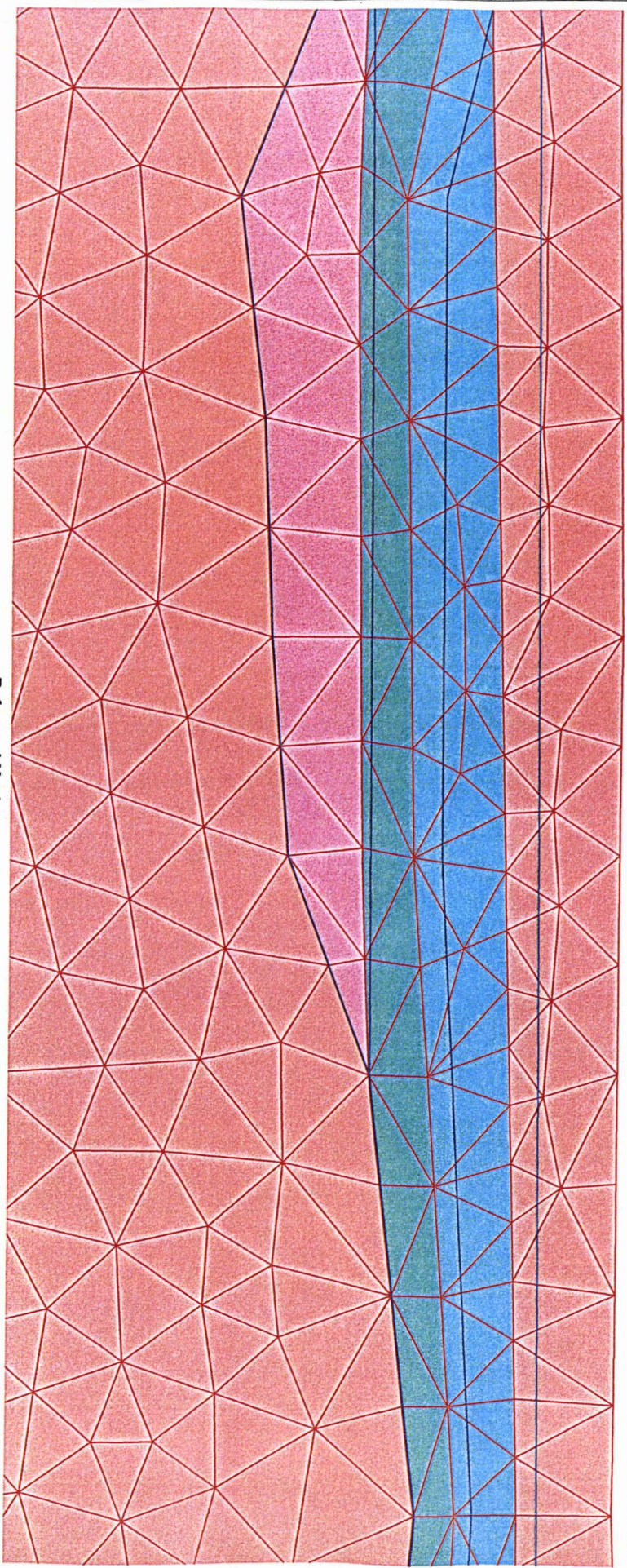
20.000 25.000 30.000 35.000 40.000 45.000 50.000

5.000

0.000

-5.000

-10.000



Deformed Mesh
Extreme total displacement 1.10 m
(displacements at true scale)

Project description

L-L': detail deformed mesh agv woondonk

Project name

L-L'_1

Step

83

Date

19-04-02

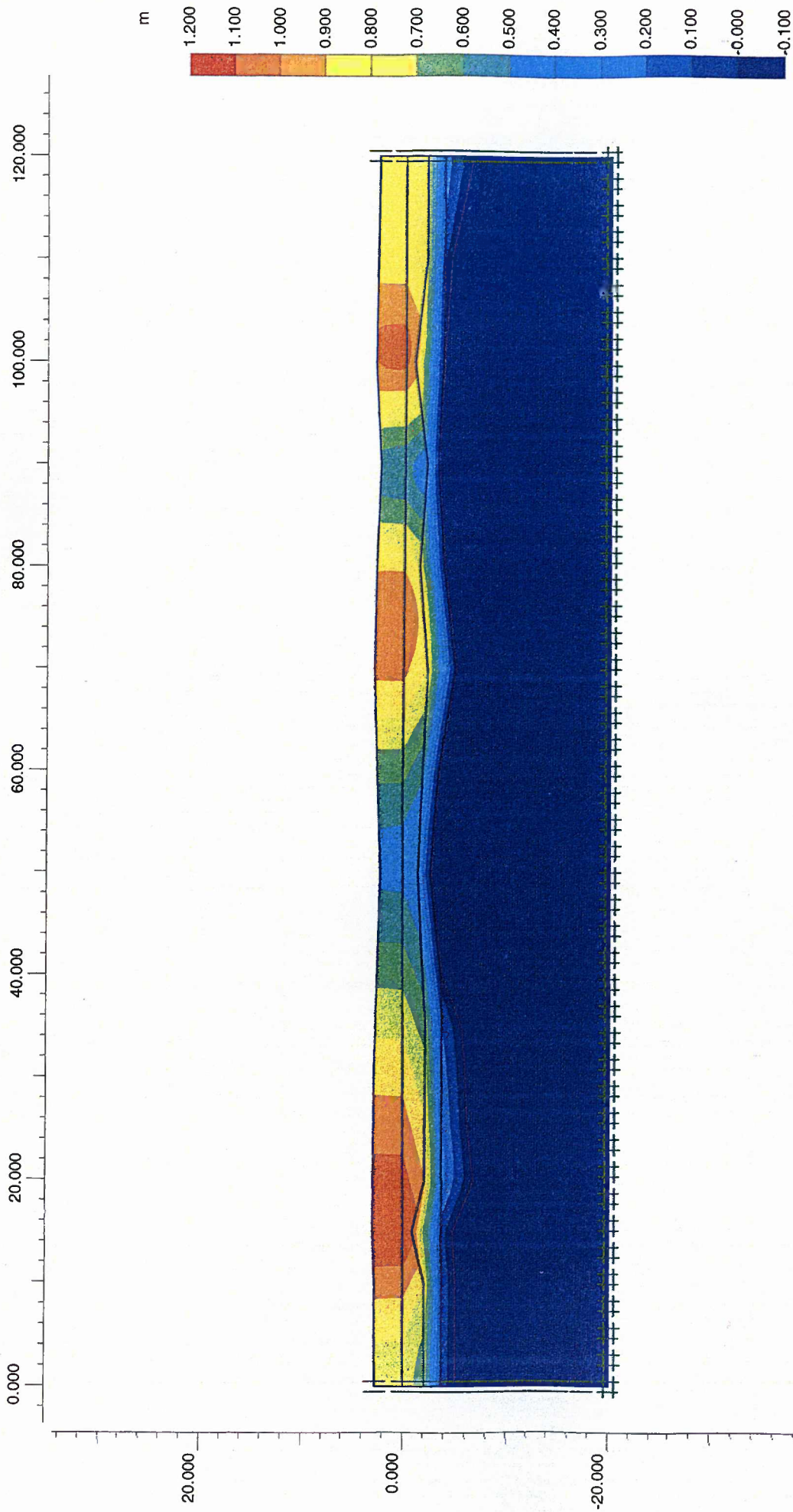
User name

HASKONING B.V.

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147



Project description

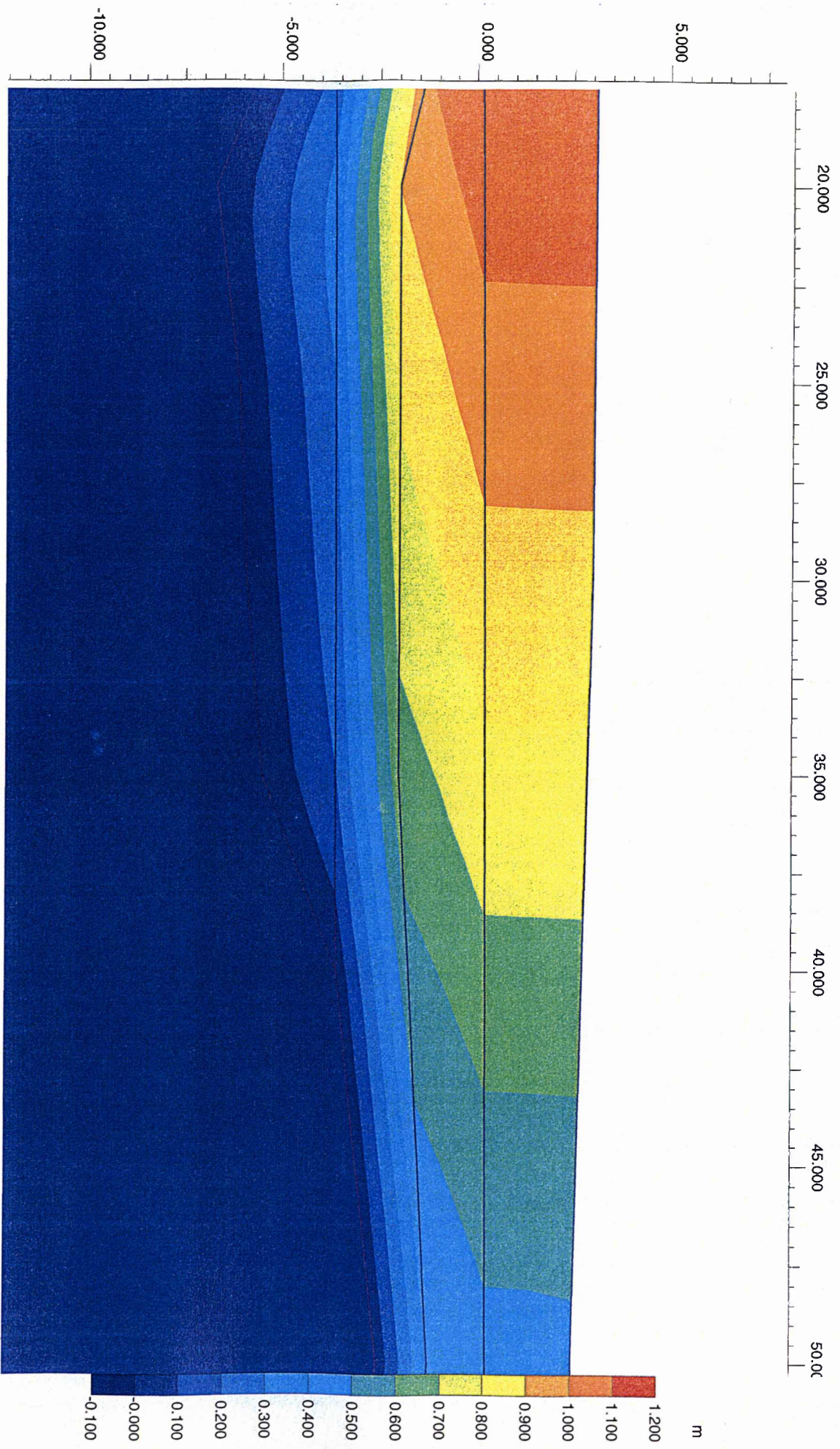
L-L': deformatie agv woondonk

Project name L-L'_1 Step 83 Date 19-04-02 User name HASKONING B.V.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147



Total displacements
 Extreme total displacement 1.10 m



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

Project description

Project name

L-L_1

Step

83

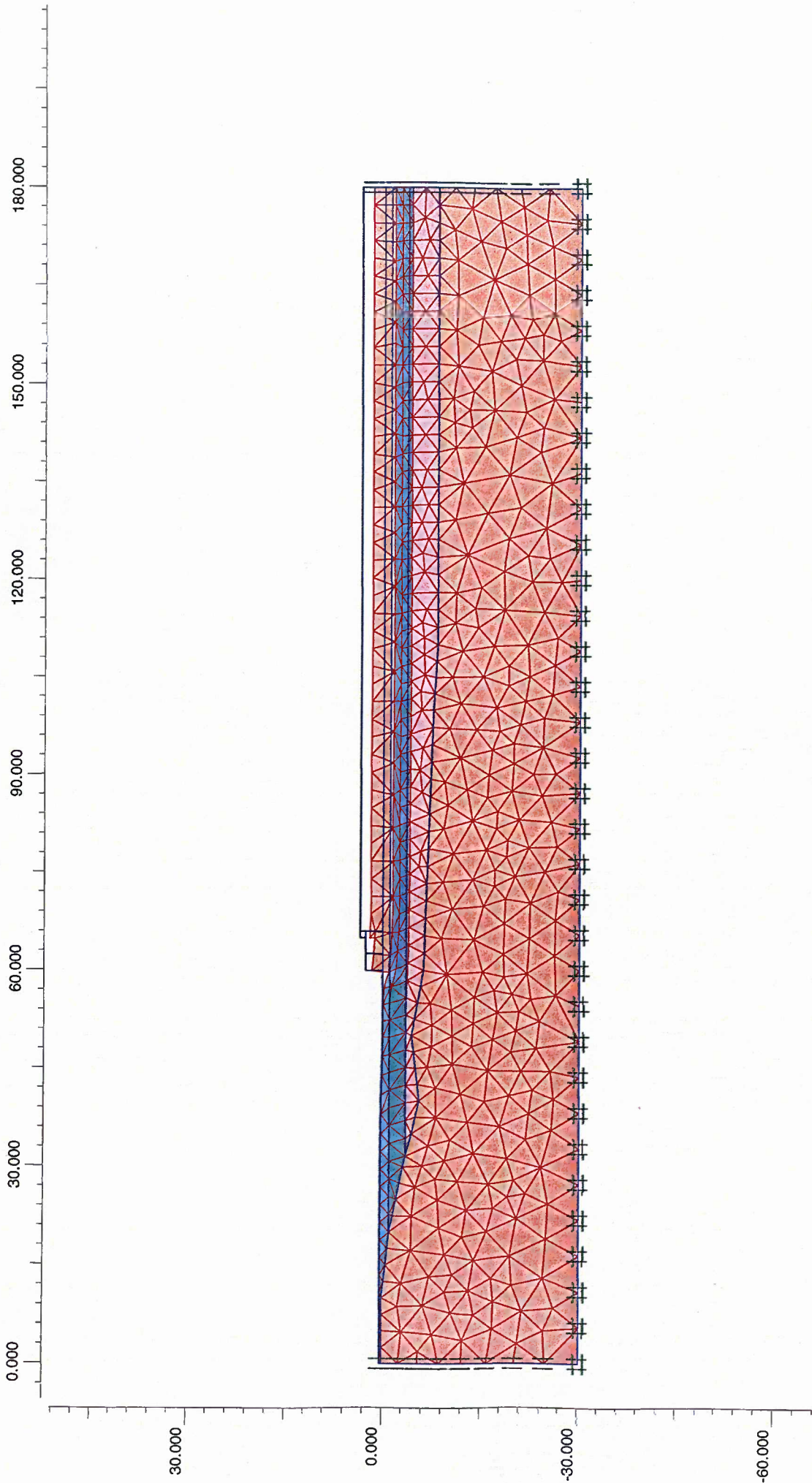
Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.

L-L': detail deformatie agv woondonk



Deformed Mesh
 Extreme total displacement 1.67 m
 (displacements at true scale)

Project description

N-N': deformed mesh agv woondonk

User name

HASKONING B.V.

Project name

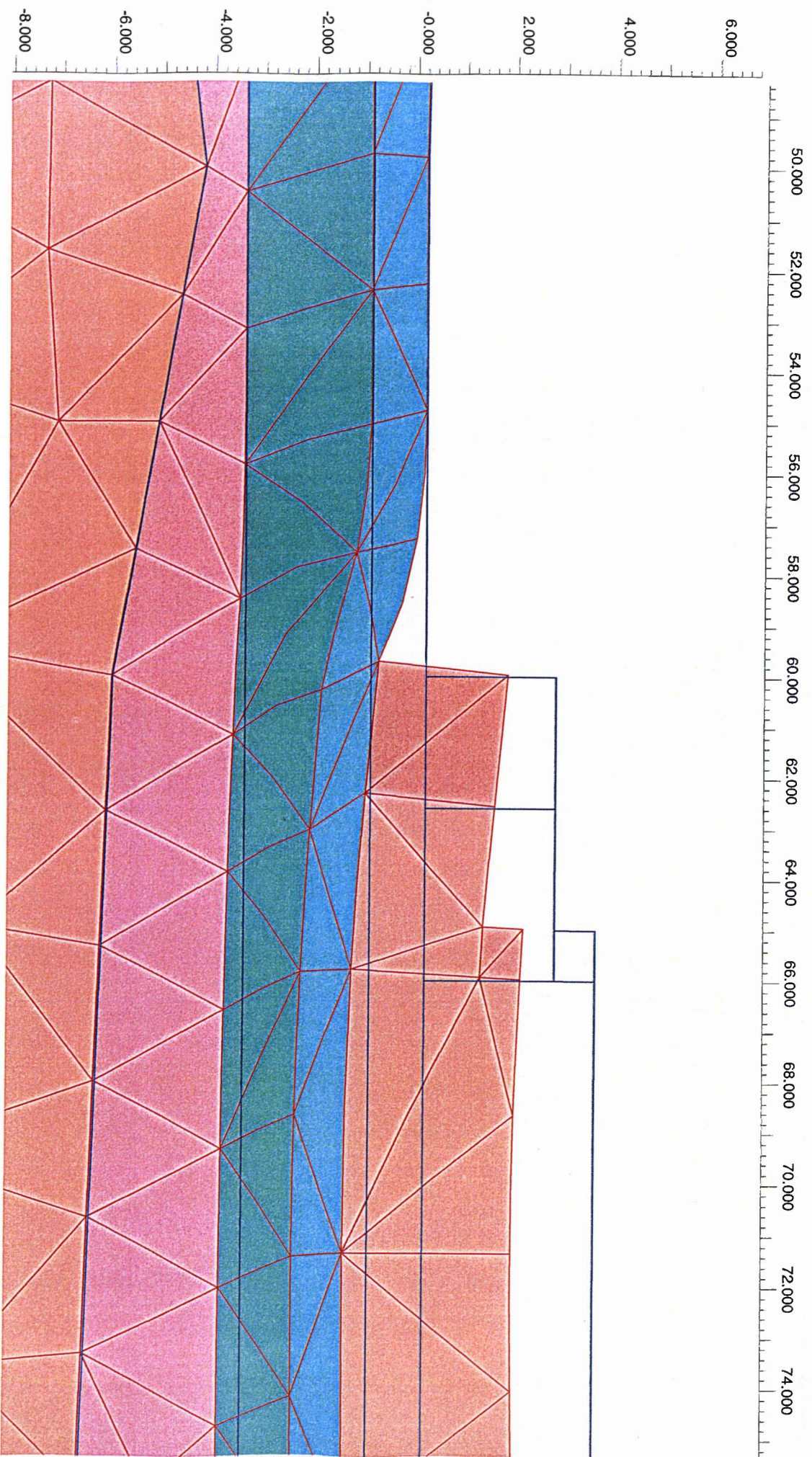
N-N'_1b

Step

10

Date

19-04-02



Deformed Mesh
 Extreme total displacement 1.67 m
 (displacements at true scale)

PLAXIS
 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

Project description

N-N': detail deformed mesh agv woondonk

Project name

N-N'_1b

Step

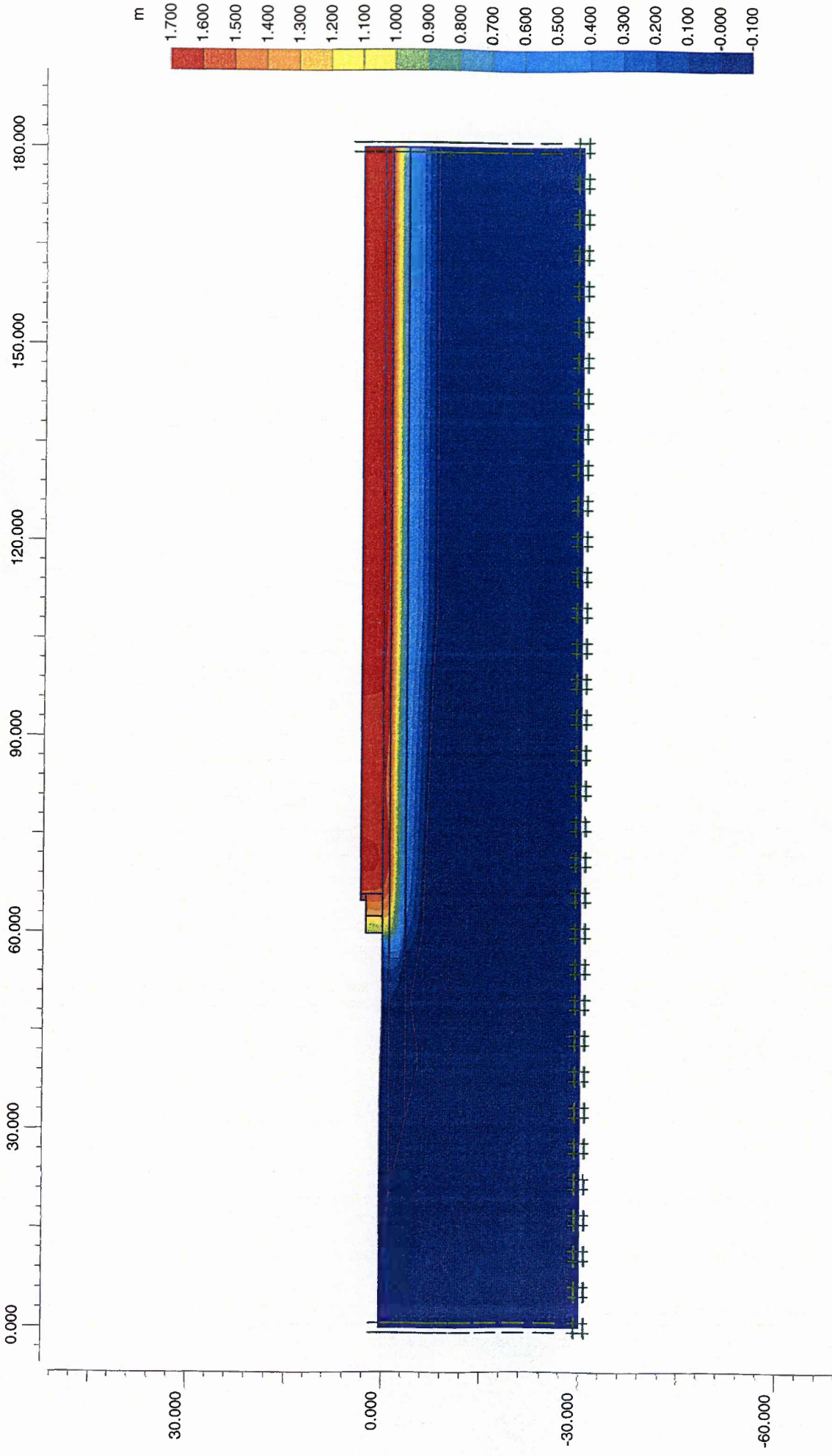
10

Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.



Total displacements
Extreme total displacement 1.67 m

Project description

N-N': deformatie agv woondonk

Project name

N-N'_1b

Step

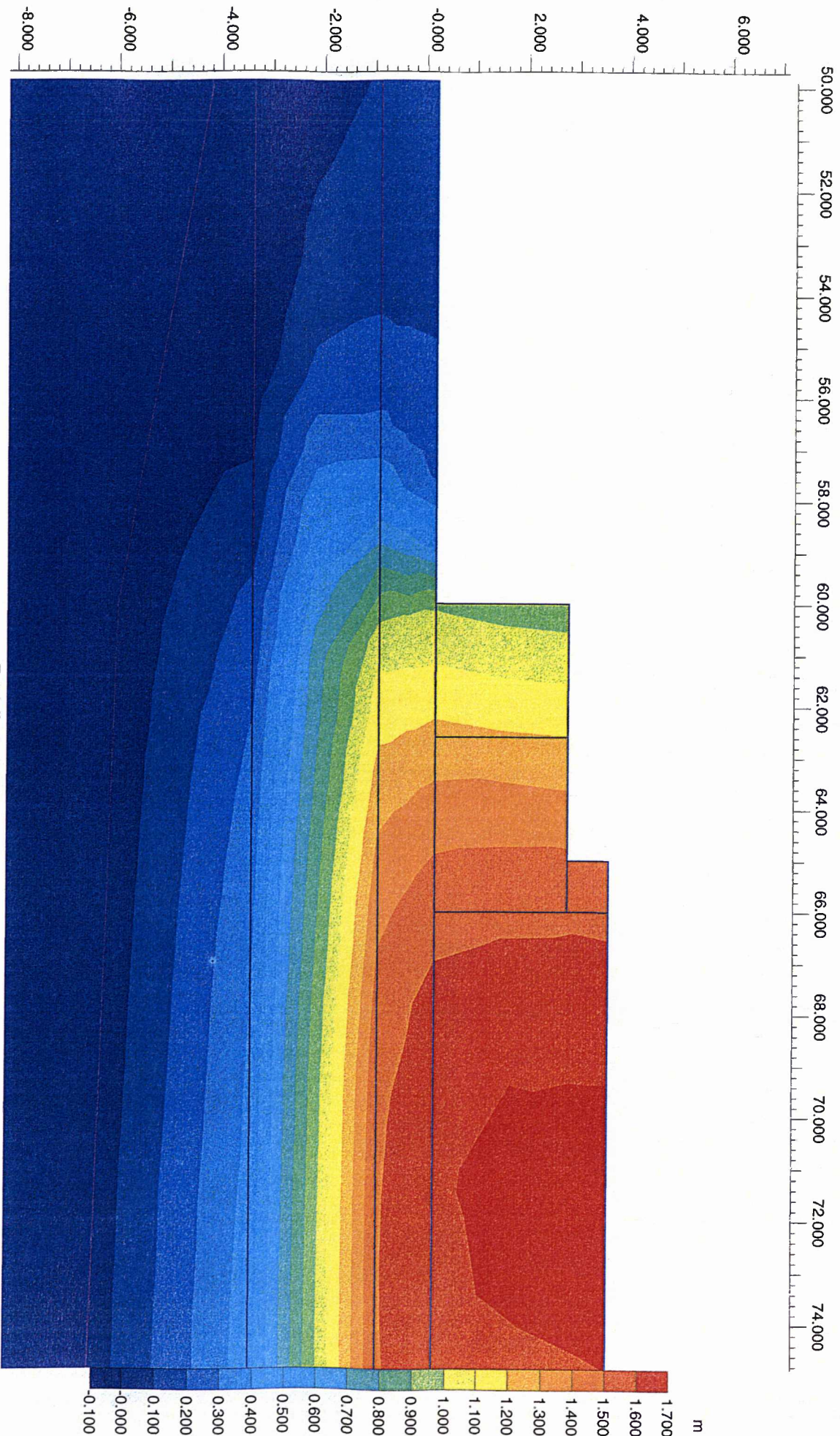
10

Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.



Total displacements
 Extreme total displacement 1.67 m

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

Project description

N-N': detail deformatie agv woondonk

Project name

N-N'_1b

Step

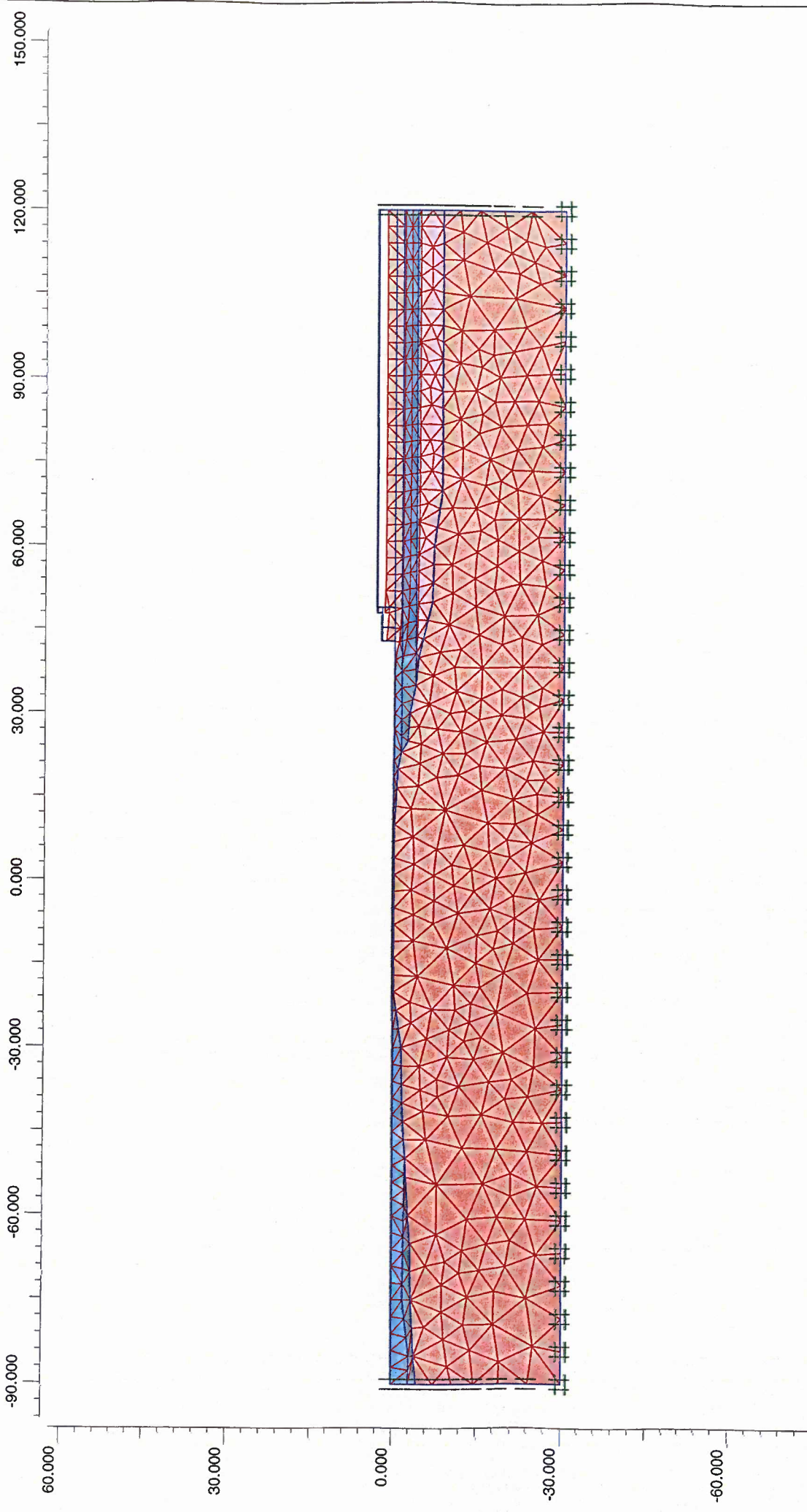
10

Date


19-04-02

User name

HASKONING B.V.



Deformed Mesh
 Extreme total displacement 1.51 m
 (displacements at true scale)

 Finite Element Code for Soil and Rock Analyses Version 7.2.9.147		Project description		O-O': deformed mesh agv woondonk	
		Project name	O-O' _1	Step	37
		Date	19-04-02	User name	
				HASKONING B.V.	

Project description

Project name

O-O'_1

Step

37

Date

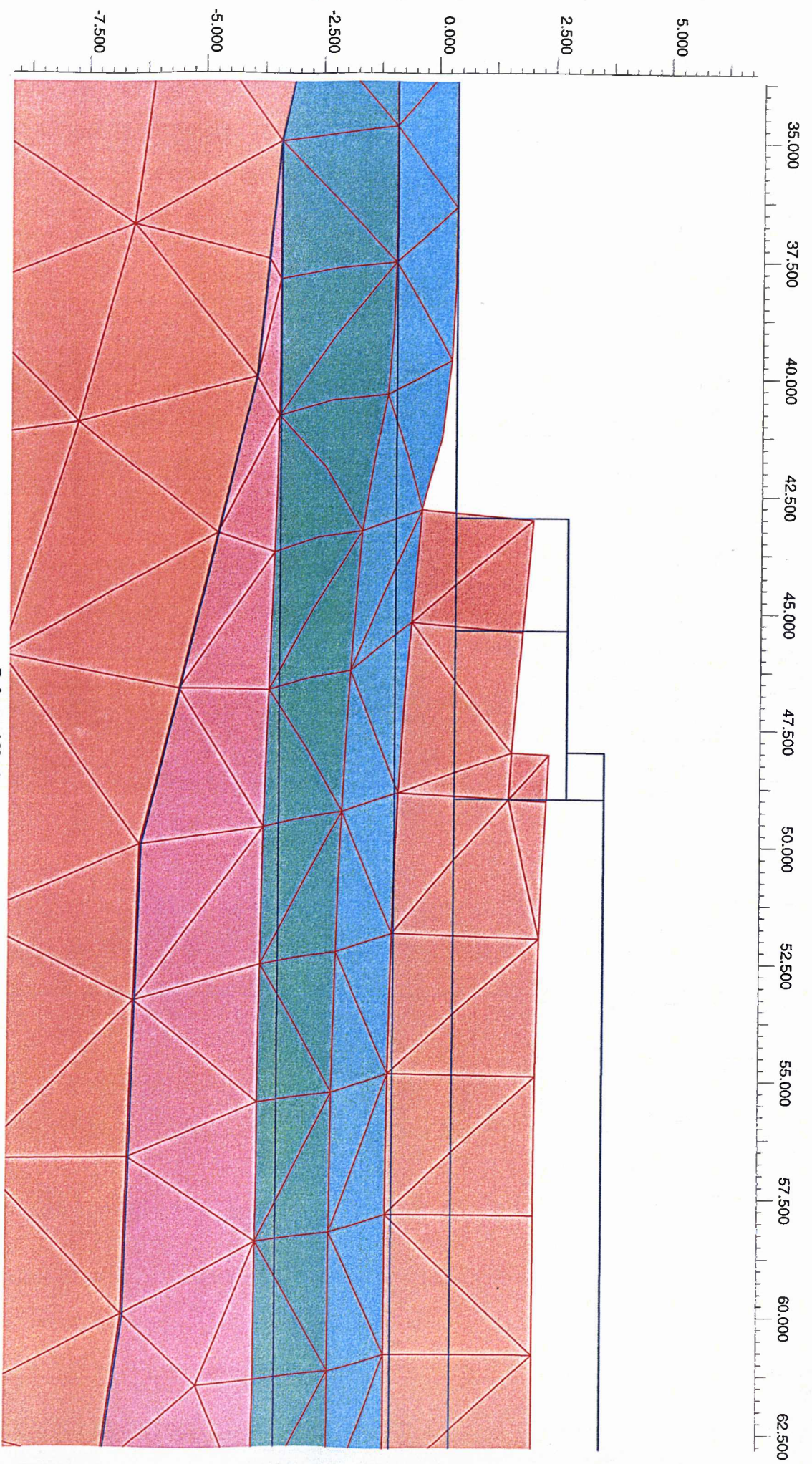
19-04-02

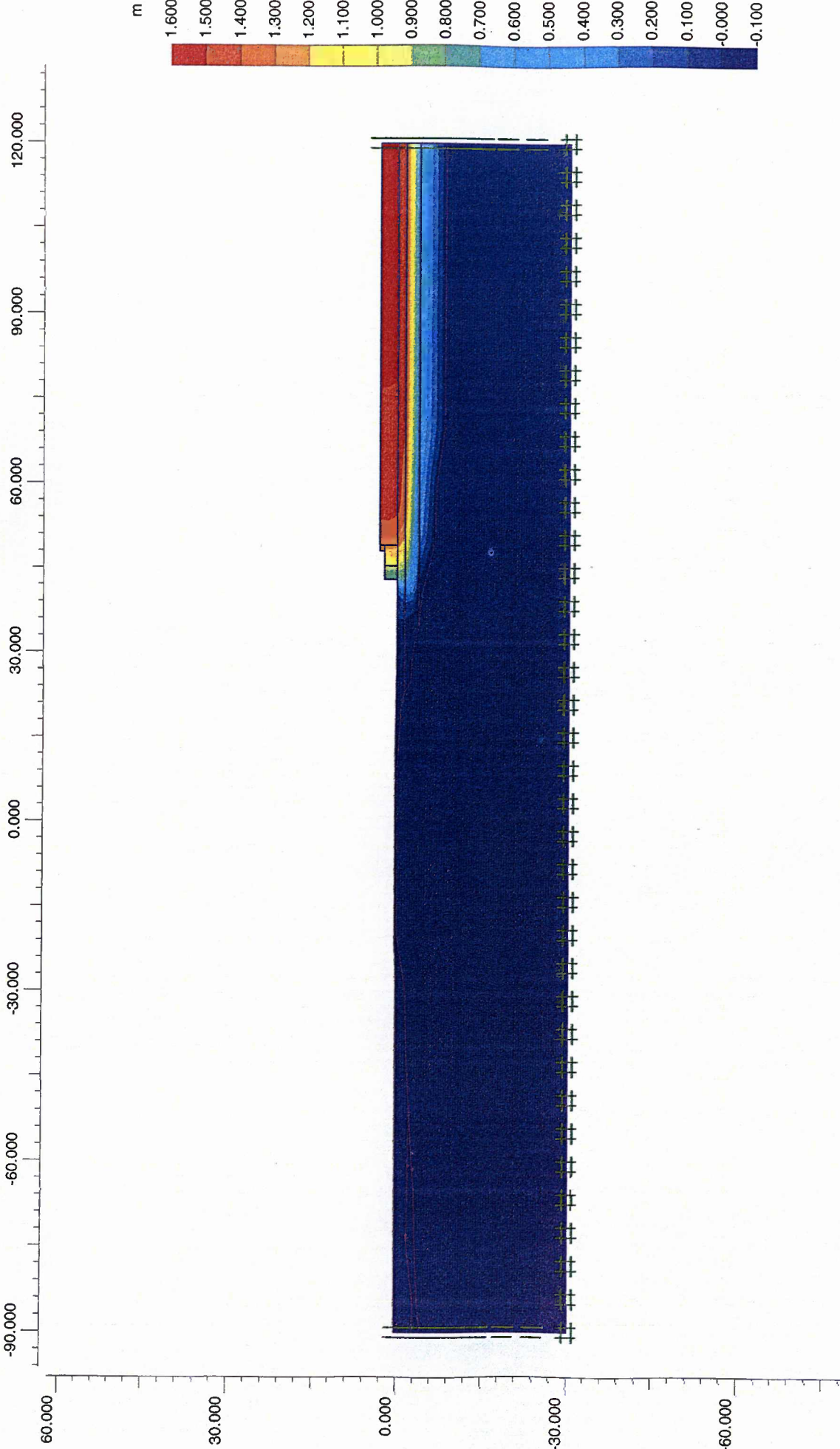
User name

HASKONING B.V.

O-O': detail deformed mesh agv woondonk

Deformed Mesh
 Extreme total displacement 1.51 m
 (displacements at true scale)





Total displacements
Extreme total displacement 1.51 m

Project description

O-O': deformatie agv woondonk



Project name

O-O'_1

Step

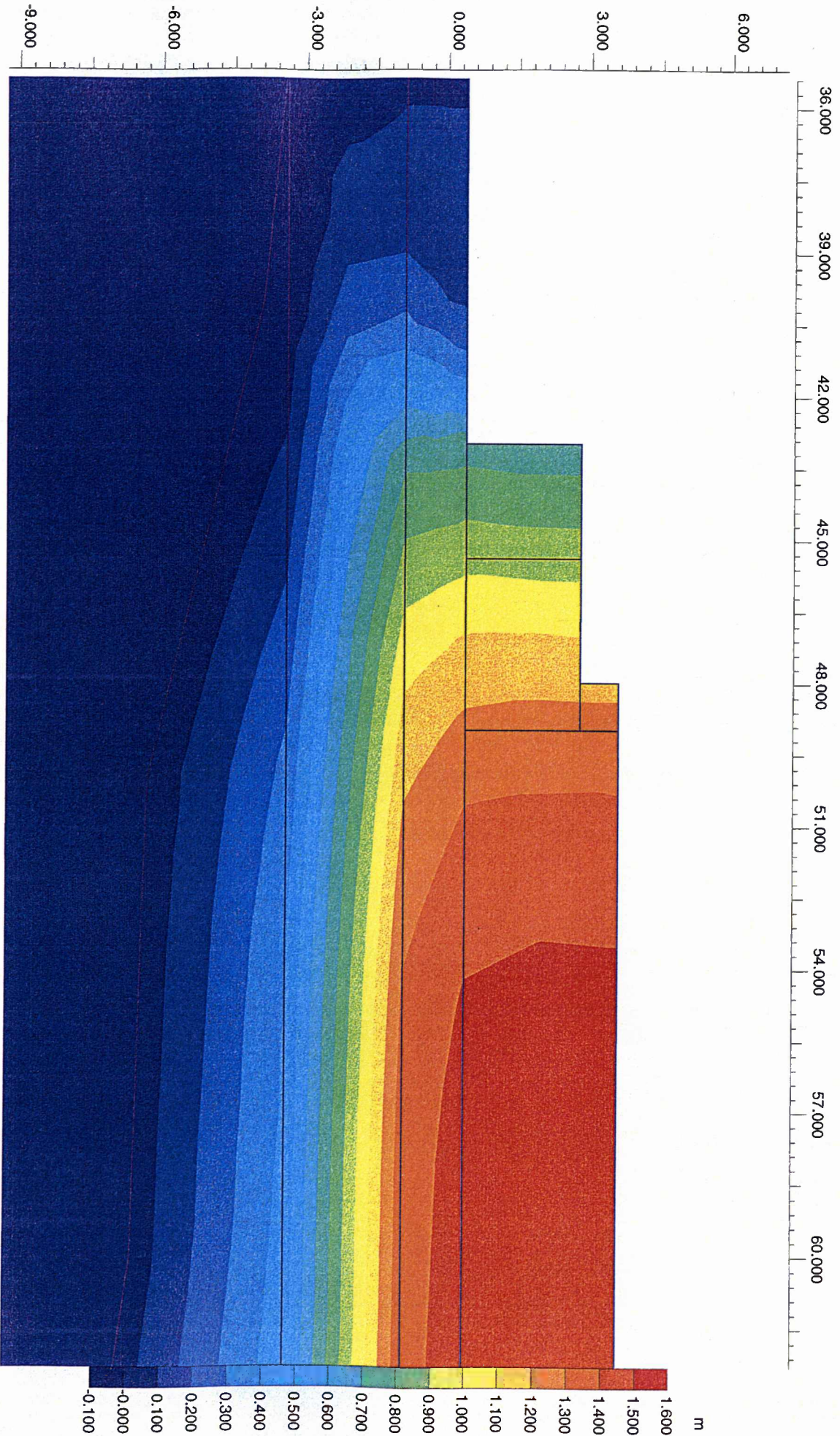
37

Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.



Total displacements
 Extreme total displacement 1.51 m

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

Project description

O-O': detail deformatie agv woondonk

Project name

O-O'_1

Step

37

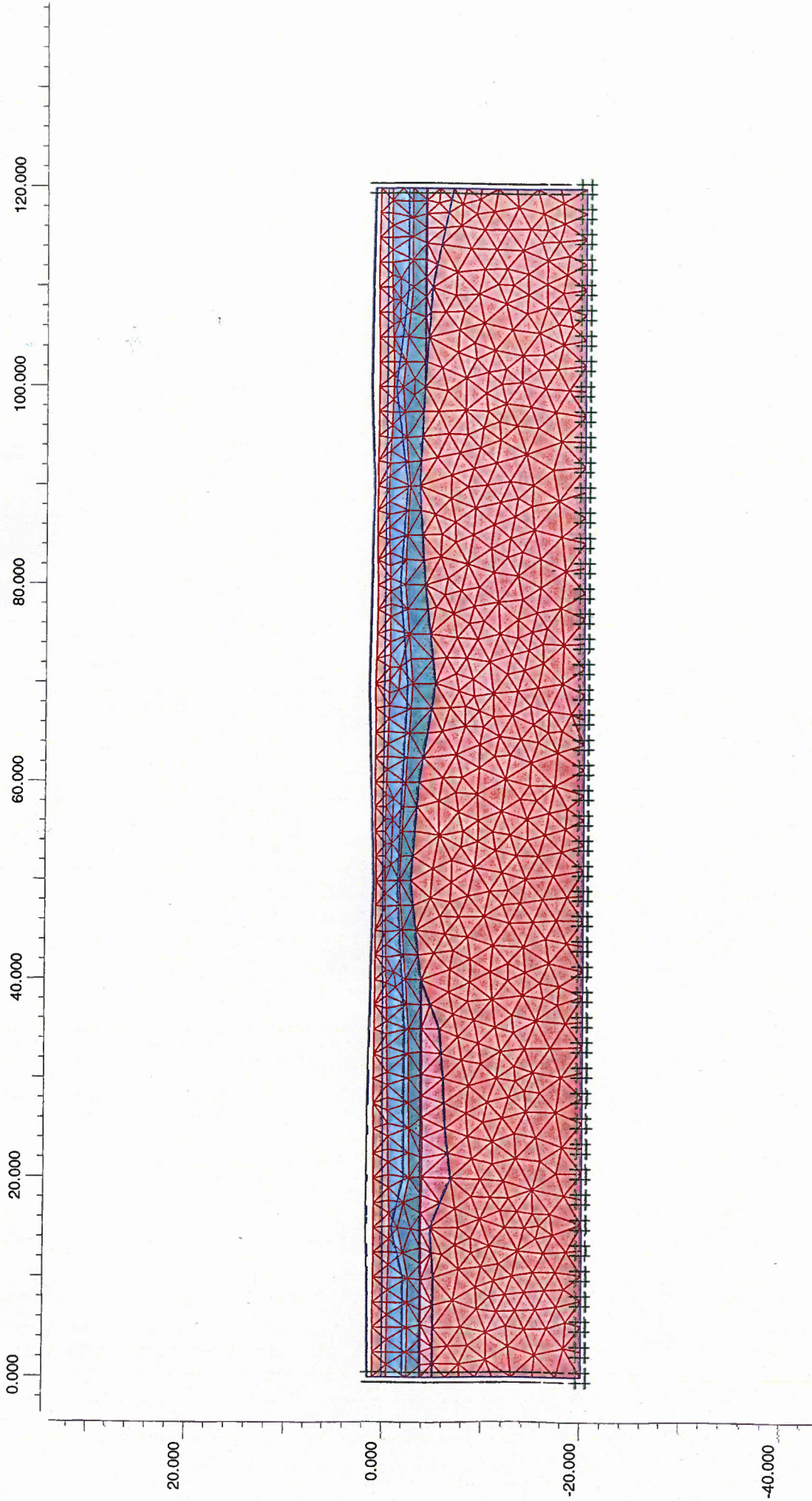
Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.

BIJLAGE 3: Zetting als gevolg van integrale ophoging



Deformed Mesh
 Extreme total displacement $714.24 \cdot 10^{-3}$ m
 (displacements at true scale)

Project description

L-L': deformed mesh agv integrale ophoging

Project name

L-L'_2

Step

83

Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147



Project description

Project name

L-L'_2

Step

83

Date

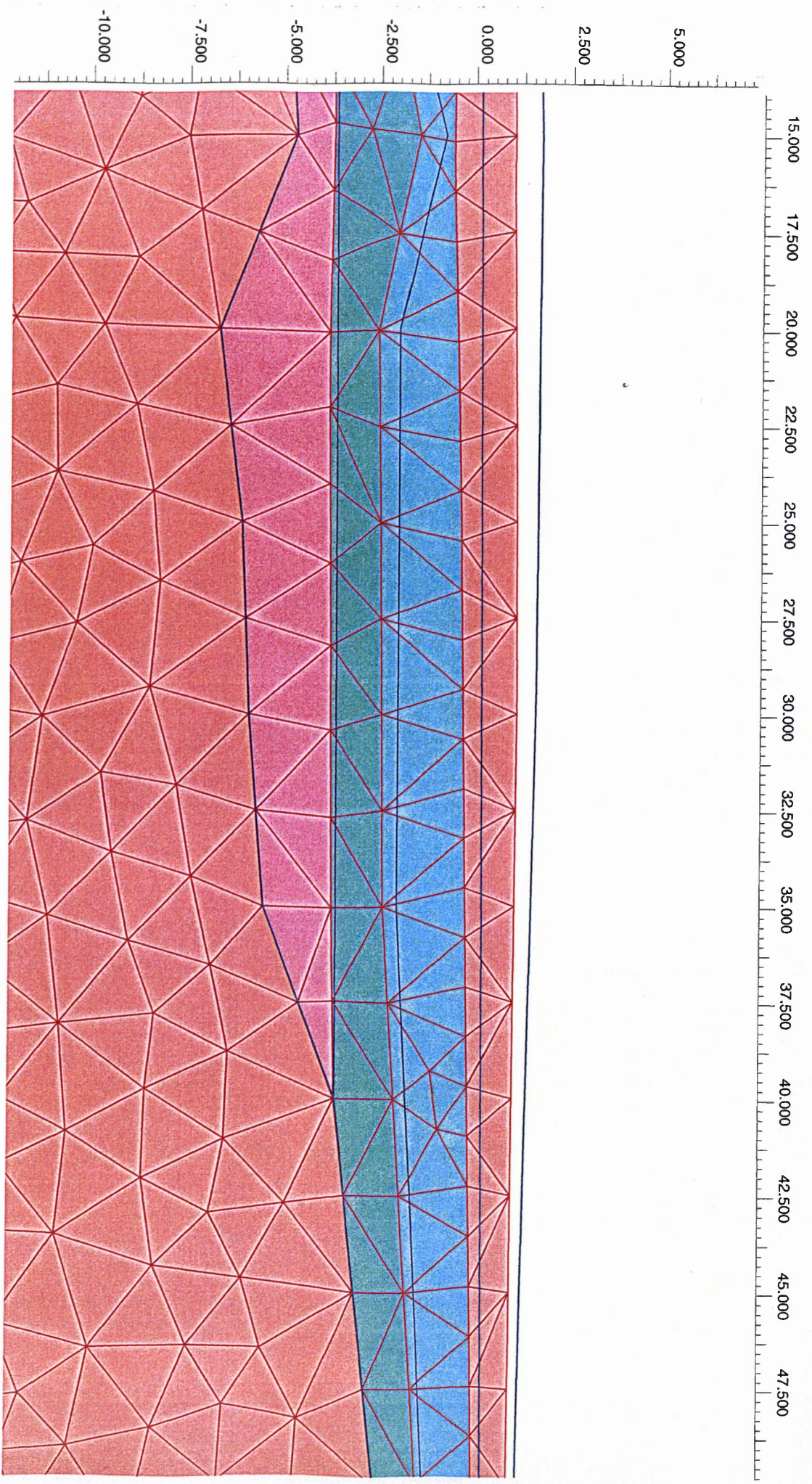
19-04-02

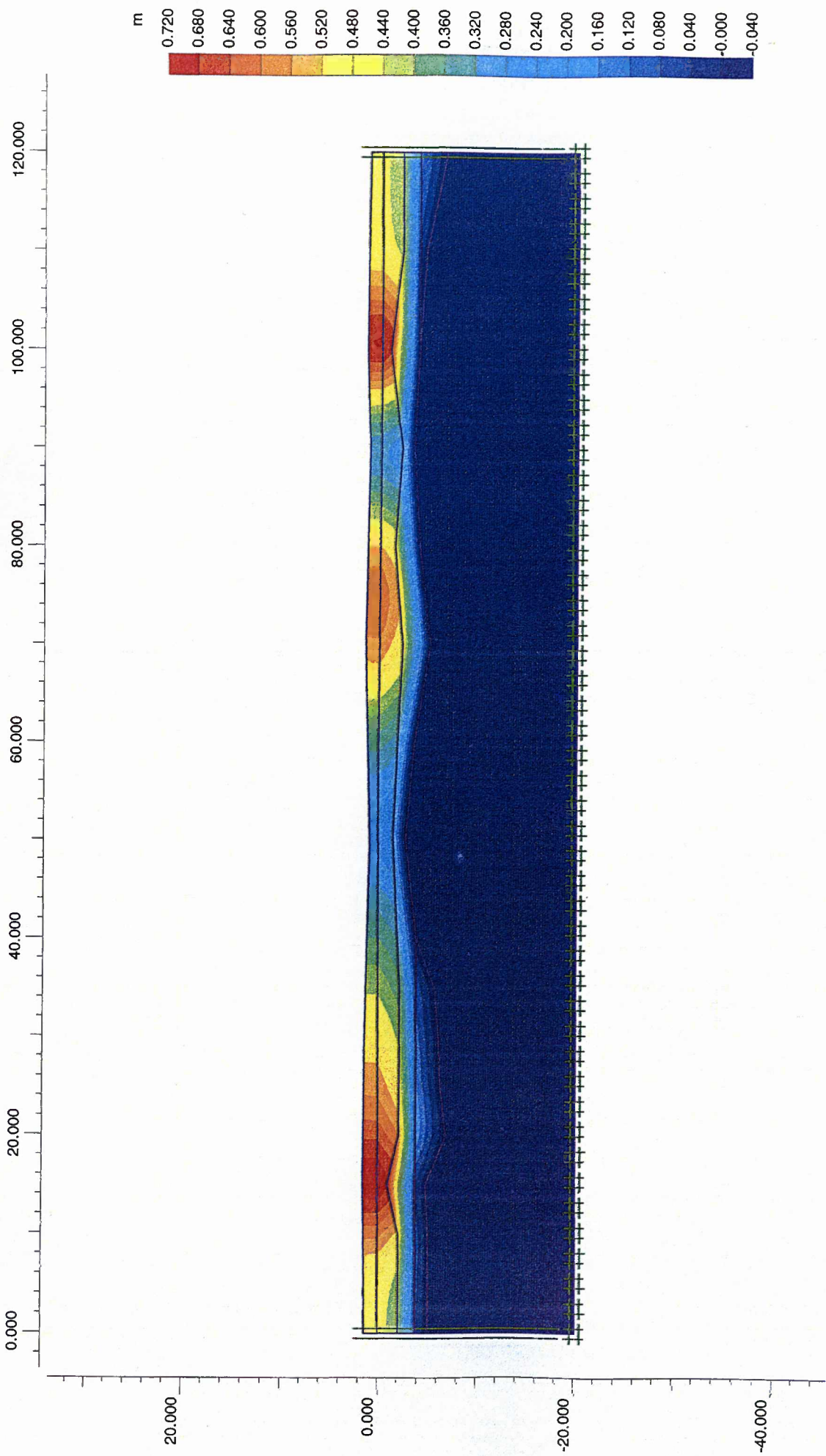
User name

HASKONING B.V.

L-L': detail deformed mesh agv integrale ophoging

Deformed Mesh
Extreme total displacement $714.24 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements at true scale)





Total displacements
Extreme total displacement $714.24 \cdot 10^{-3}$ m

Project description

L-L': deformatie agv integrale ophoging

User name

HASKONING B.V.

Date

19-04-02

Step

83

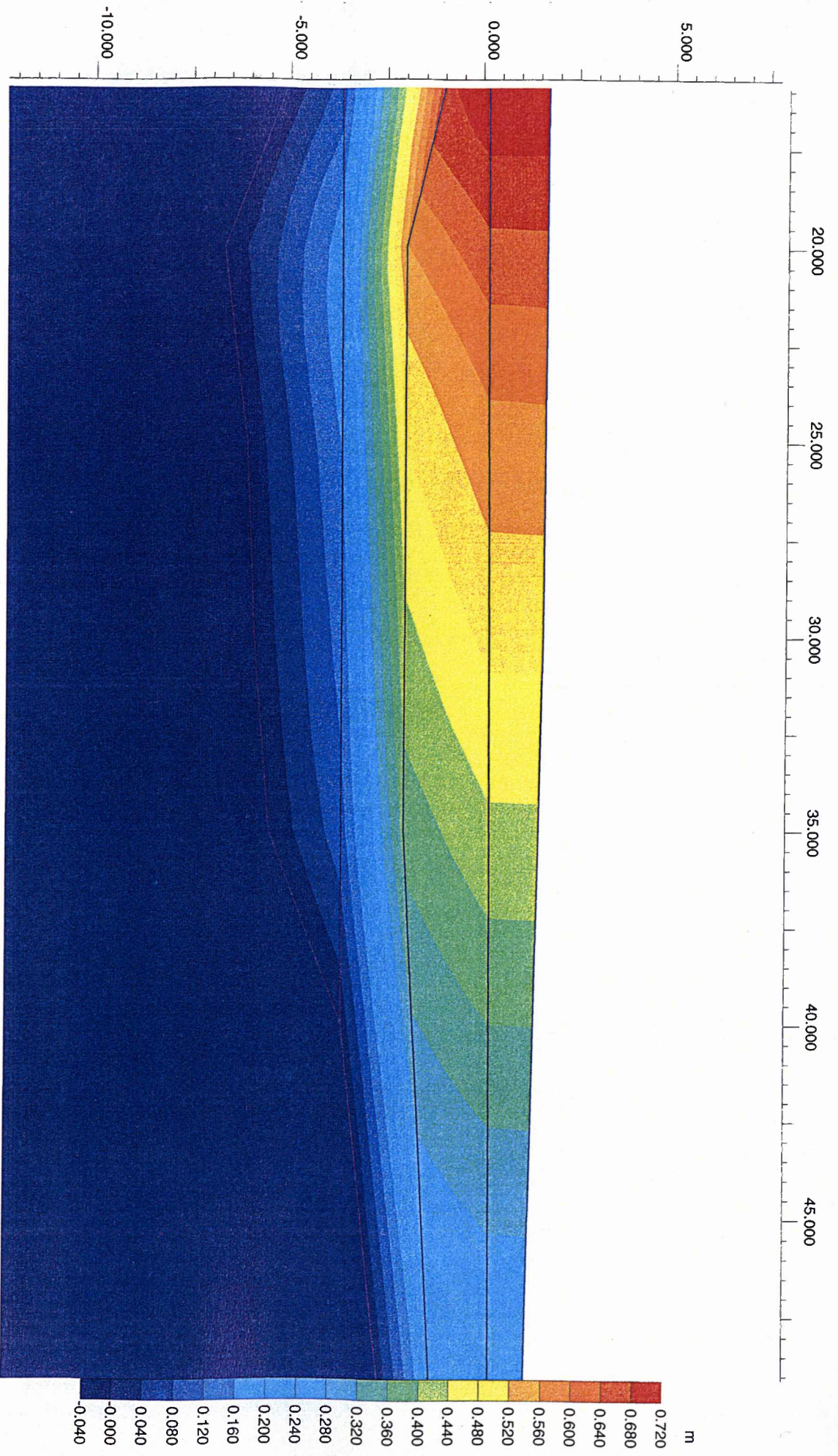
Project name

L-L'_2



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147



Total displacements
 Extreme total displacement $714.24 \cdot 10^{-3}$ m

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

Project description

L-L': detail deformatie agv integrale ophoging

Project name

L-L'_2

Step

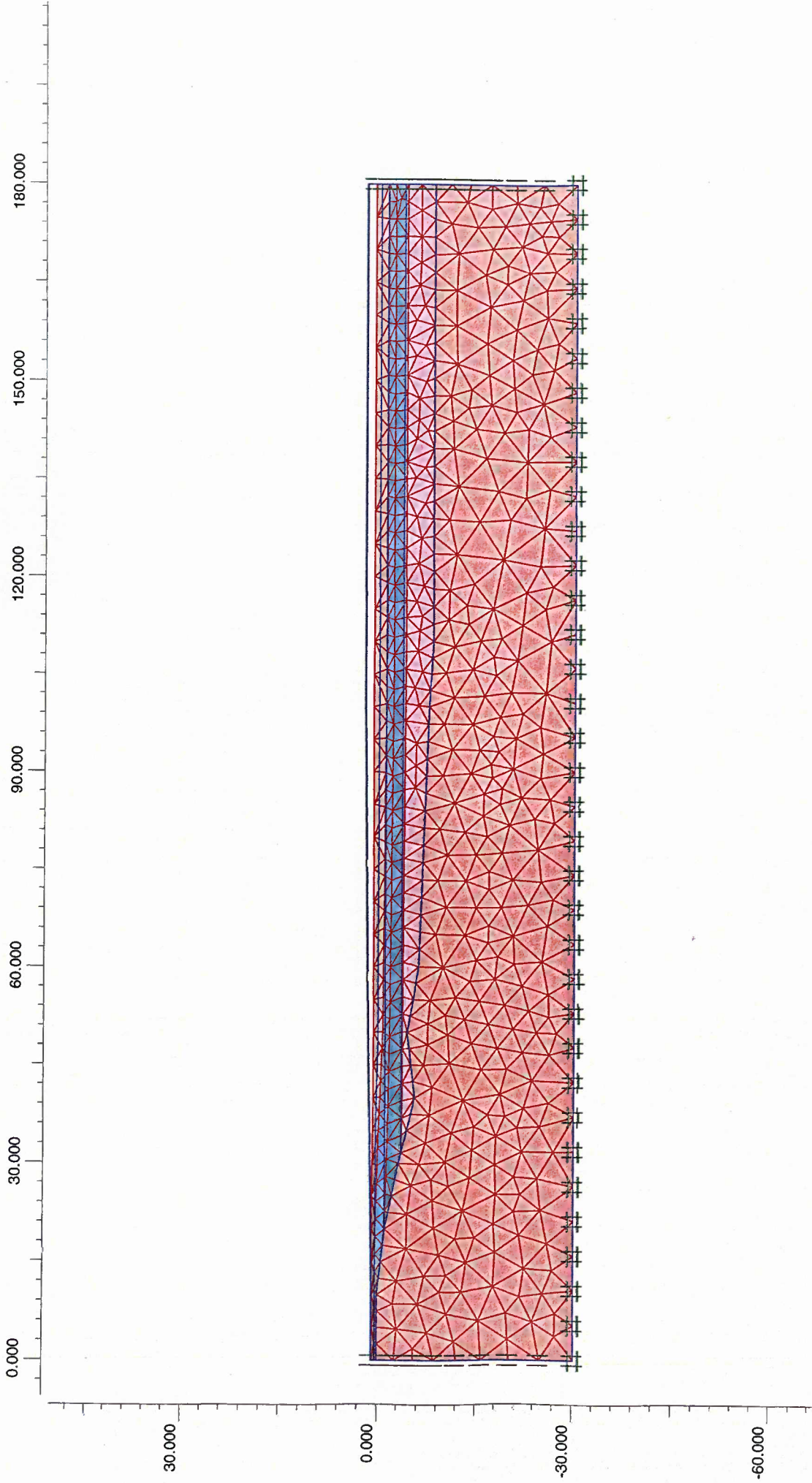
83

Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.

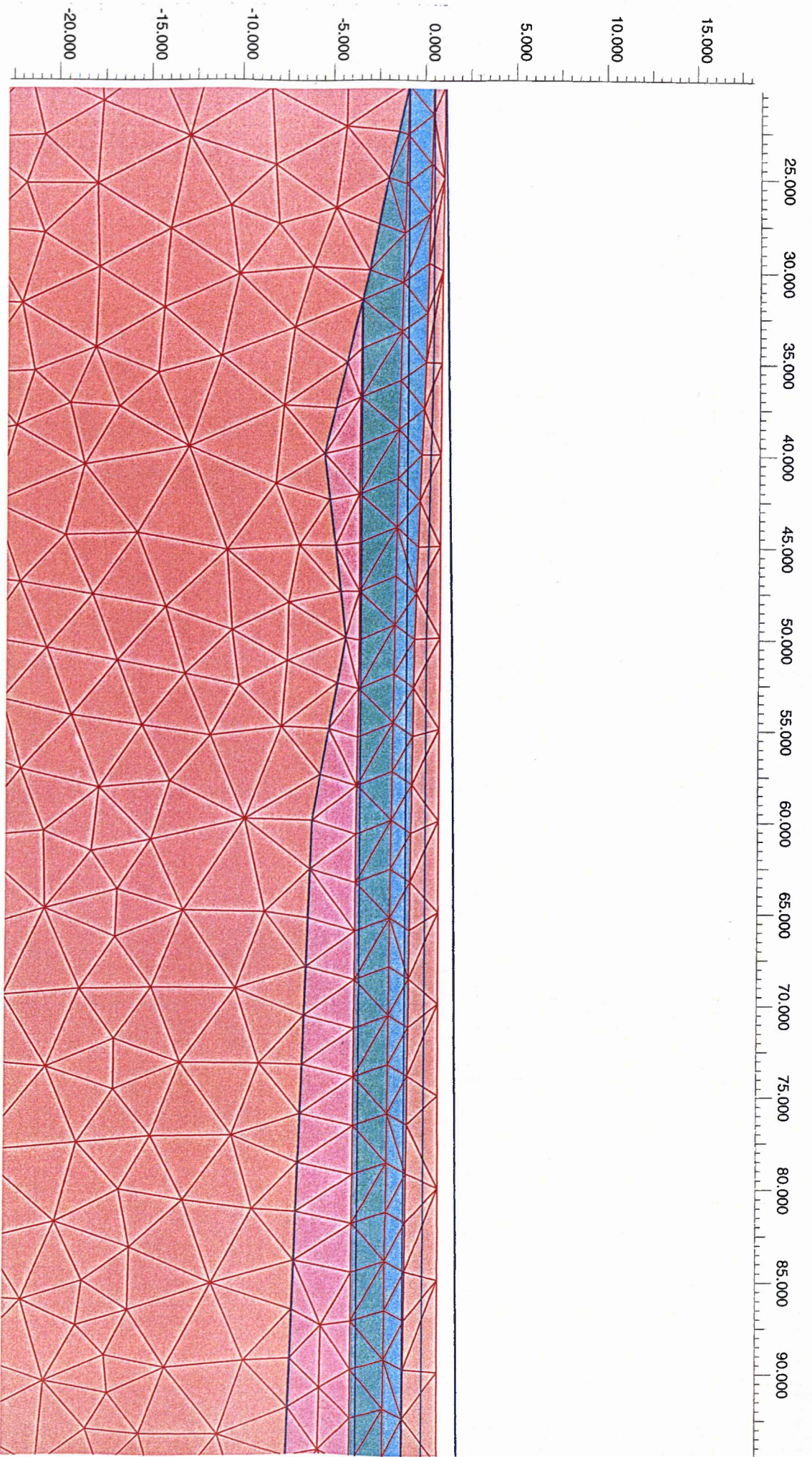


Deformed Mesh
 Extreme total displacement 1.16 m
 (displacements at true scale)

Project description

N-N': deformed mesh agv integrale ophoging

Project name	Step	Date	User name
N-N'_2b	12	19-04-02	HASKONING B.V.



Deformed Mesh
 Extreme total displacement 1.16 m
 (displacements at true scale)

Project description

N-N': detail deformed mesh agv integrale ophoging

Project name

N-N'_2b

Step

12

Date

19-04-02

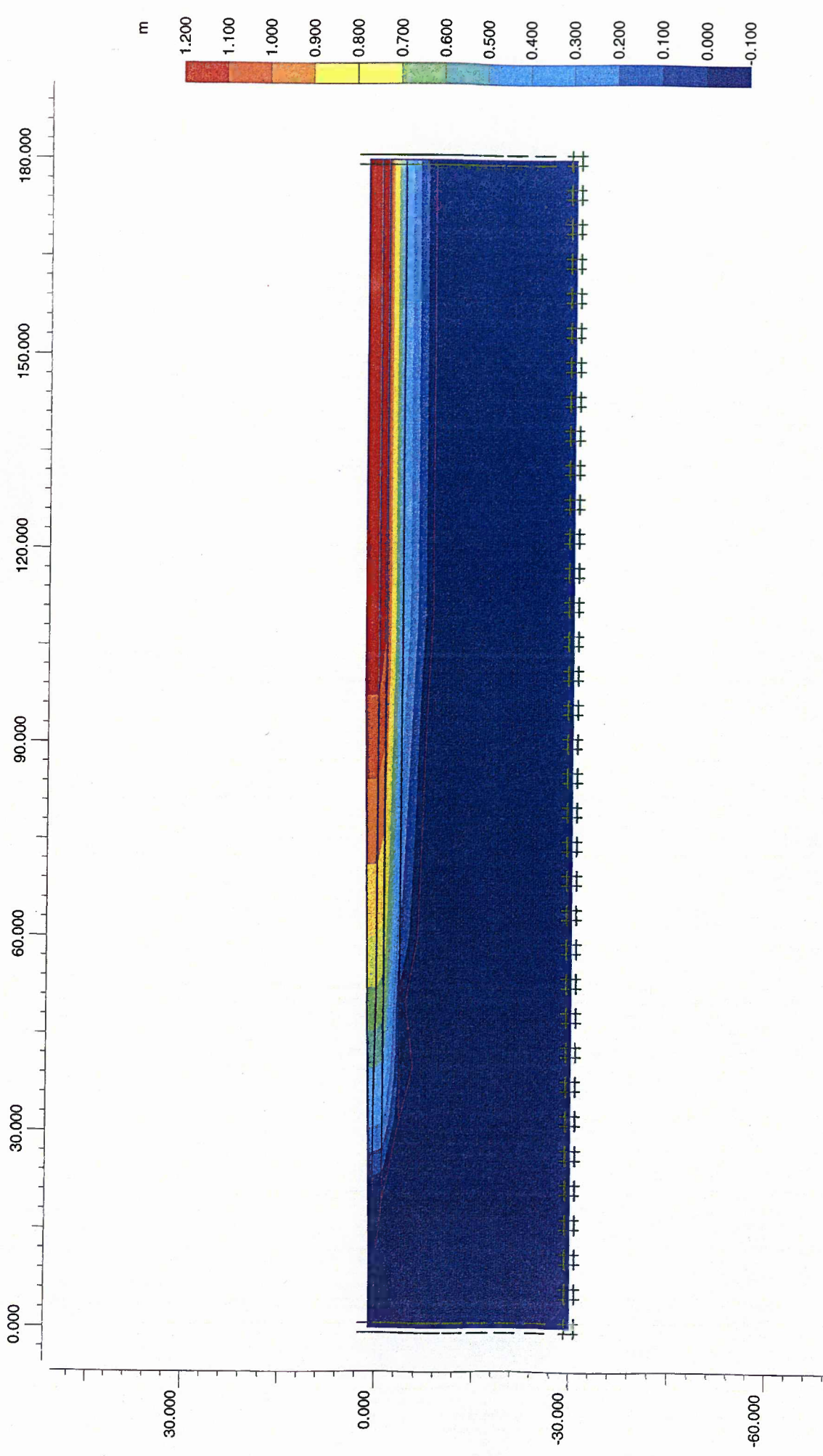
User name

HASKONING B.V.

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

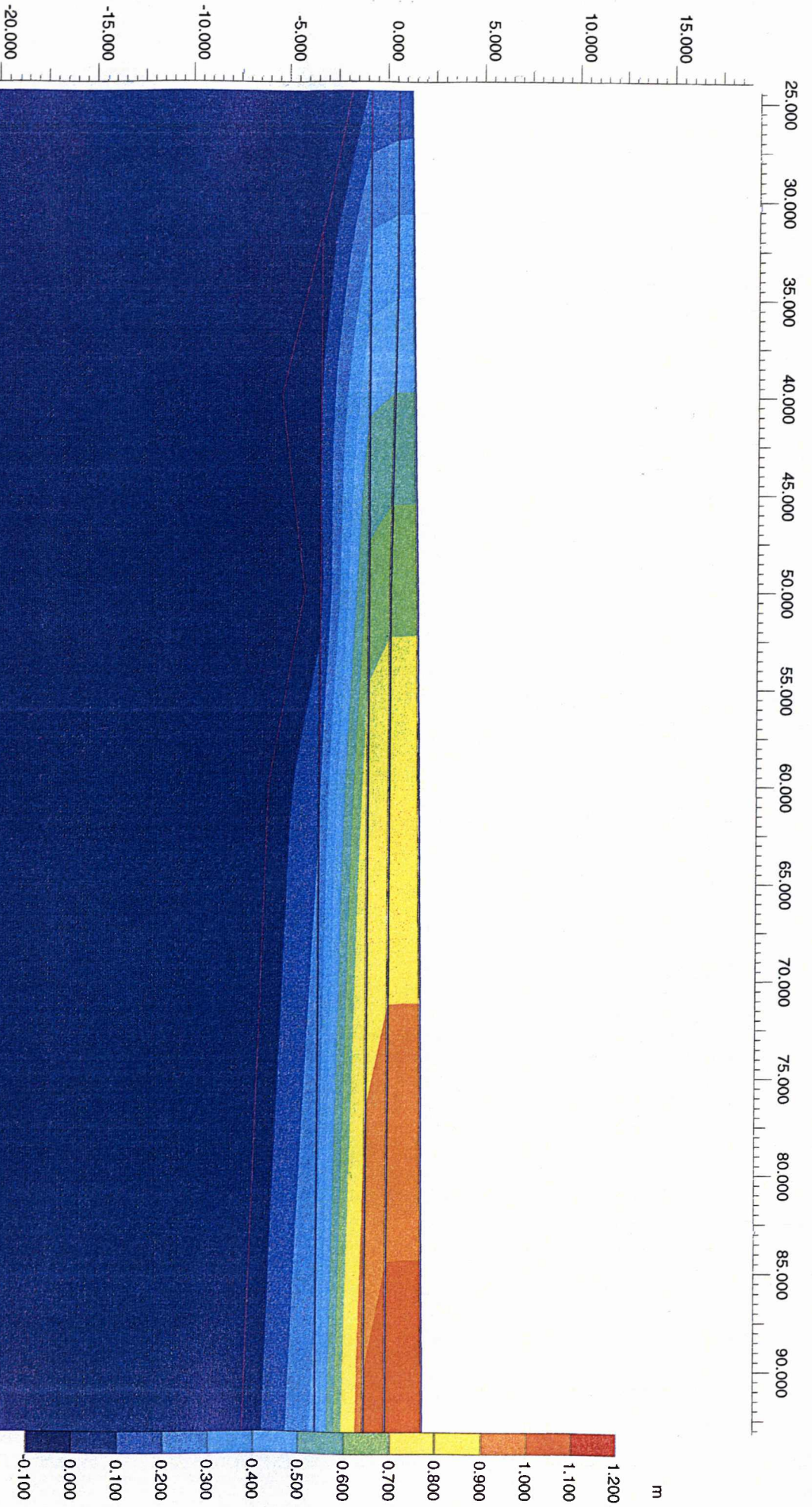


Total displacements
 Extreme total displacement 1.16 m

Project description

N-N': deformatie agv integrale ophoging

Project name		User name	
N-N'_2b	12	19-04-02	HASKONING B.V.



Total displacements
 Extreme total displacement 1.16 m

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

Project description

N-N': detail deformatie agv integrale ophoging

Project name

N-N'_2b

Step

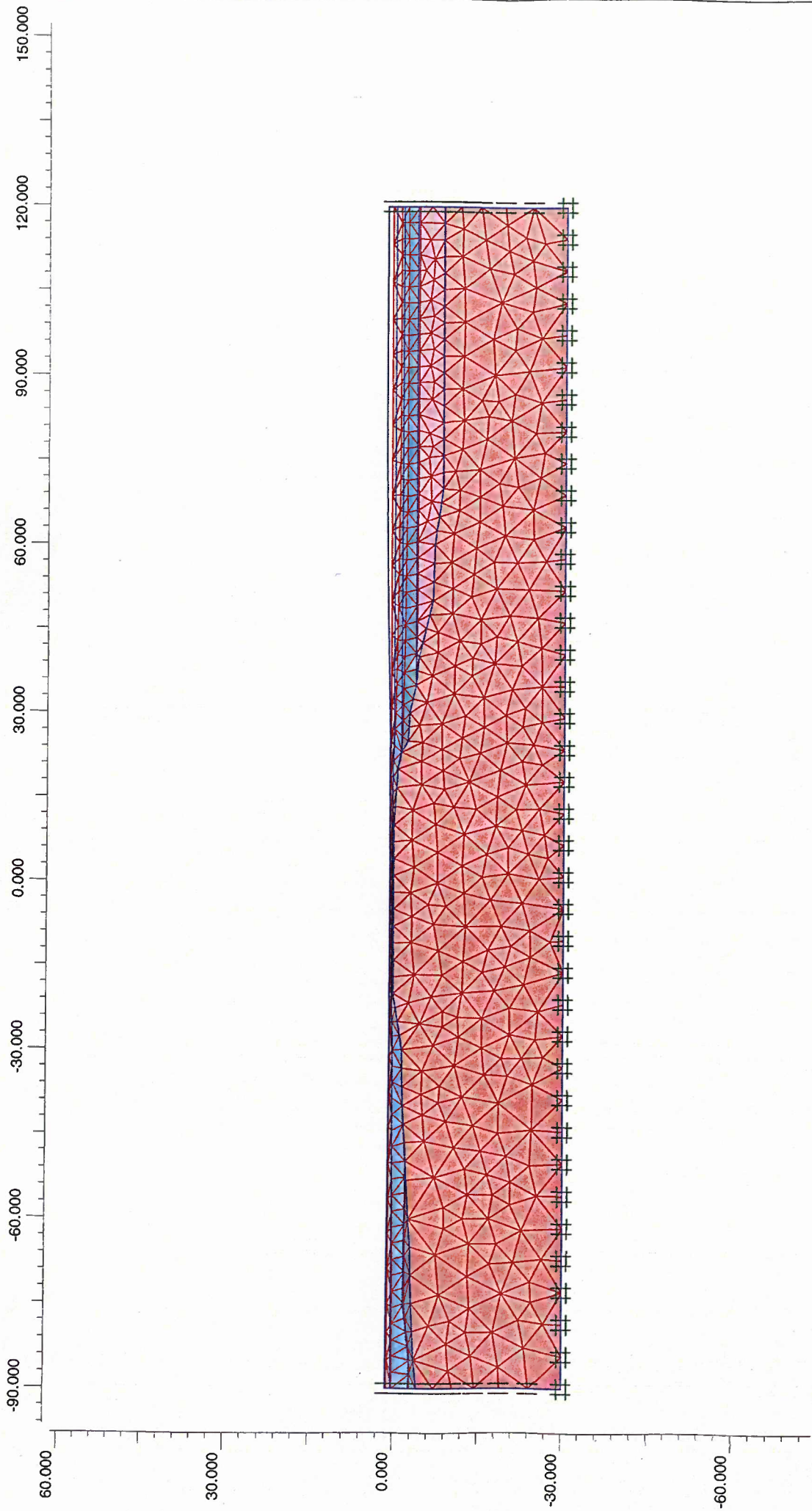
12

Date

19-04-02

User name

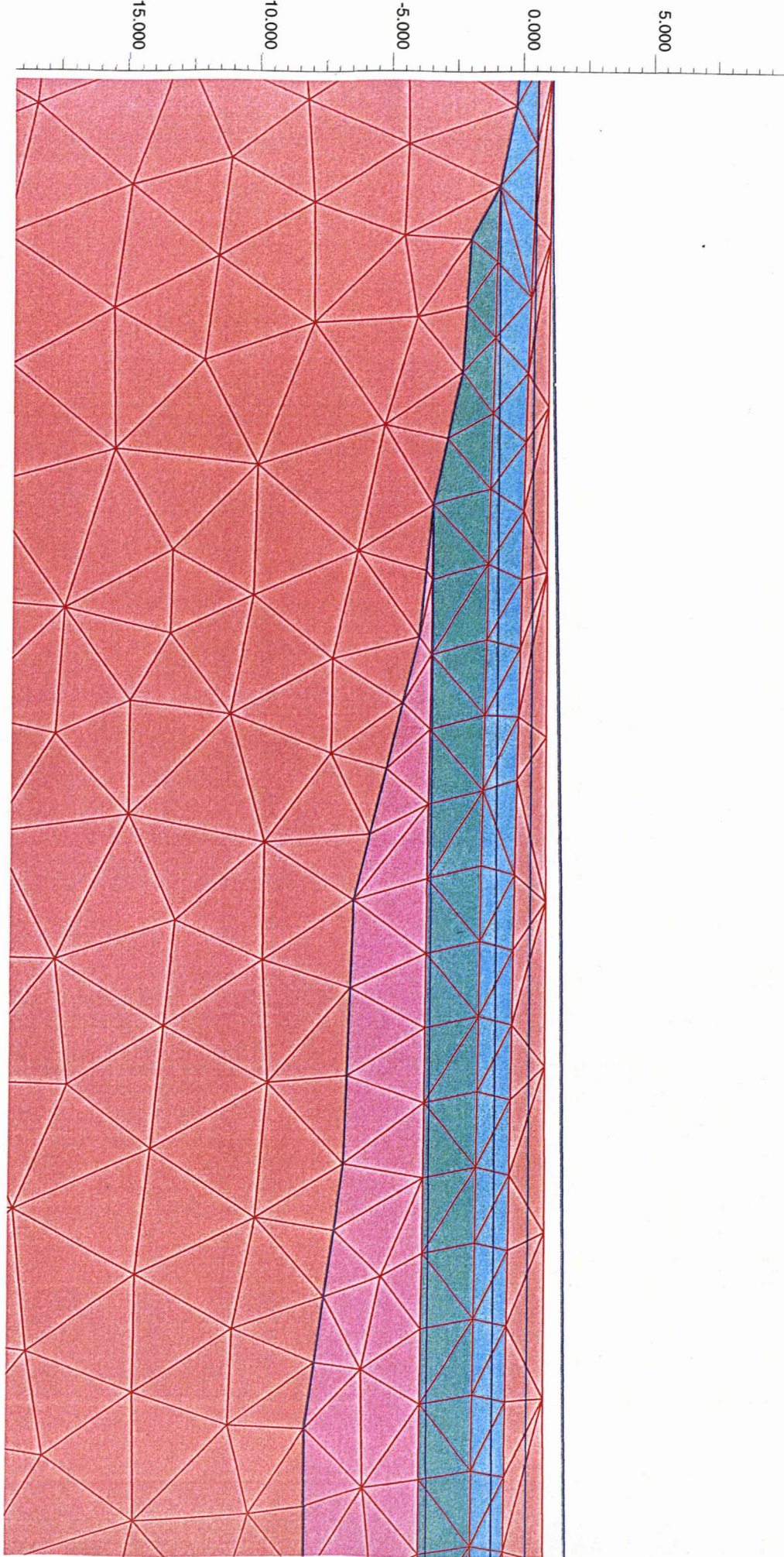
HASKONING B.V.



Deformed Mesh
 Extreme total displacement $851.30 \cdot 10^{-3}$ m
 (displacements at true scale)

<i>Project description</i>		O-O': deformed mesh agv integrale ophoging	
<i>Project name</i>	O-O'_2	<i>Step</i>	74
<i>Date</i>	19-04-02	<i>User name</i>	HASKONING B.V.

20.000 25.000 30.000 35.000 40.000 45.000 50.000 55.000 60.000 65.000 70.000



Deformed Mesh
Extreme total displacement $851.30 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements at true scale)

Project description

O-O': detail deformed mesh agv integrale ophoging

Project name

O-O'_2

Step

74

Date

19-04-02

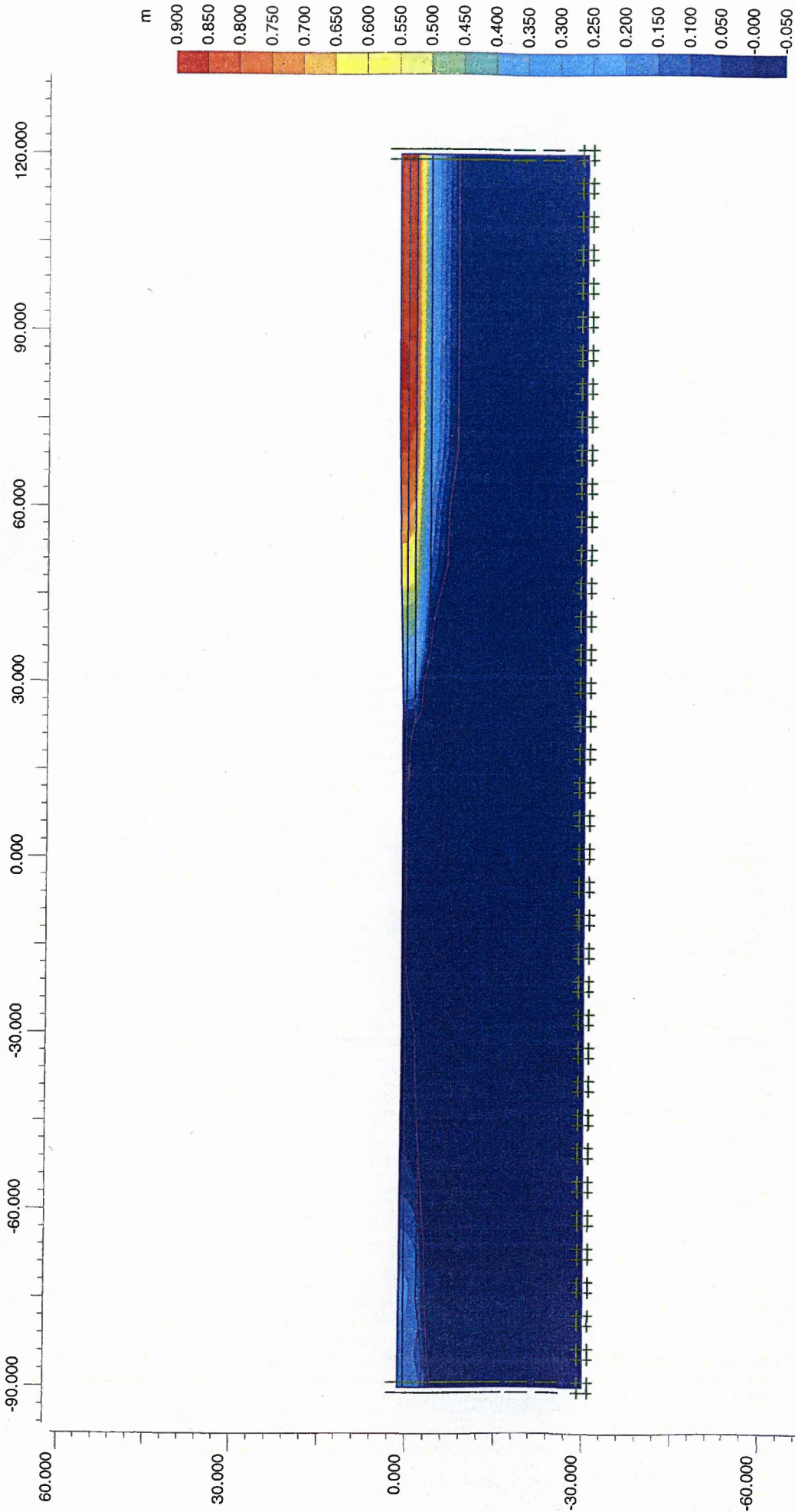
User name

HASKONING B.V.

PLAXIS

Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147



Project description

O-O': deformatie agv integrale ophoging

User name

HASKONING B.V.

Project name

O-O'_2

Step

74

Date

19-04-02



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Version 7.2.9.147

Project description

O-O': detail deformatie agv integrale ophoging

Project name

O-O'_2

Step

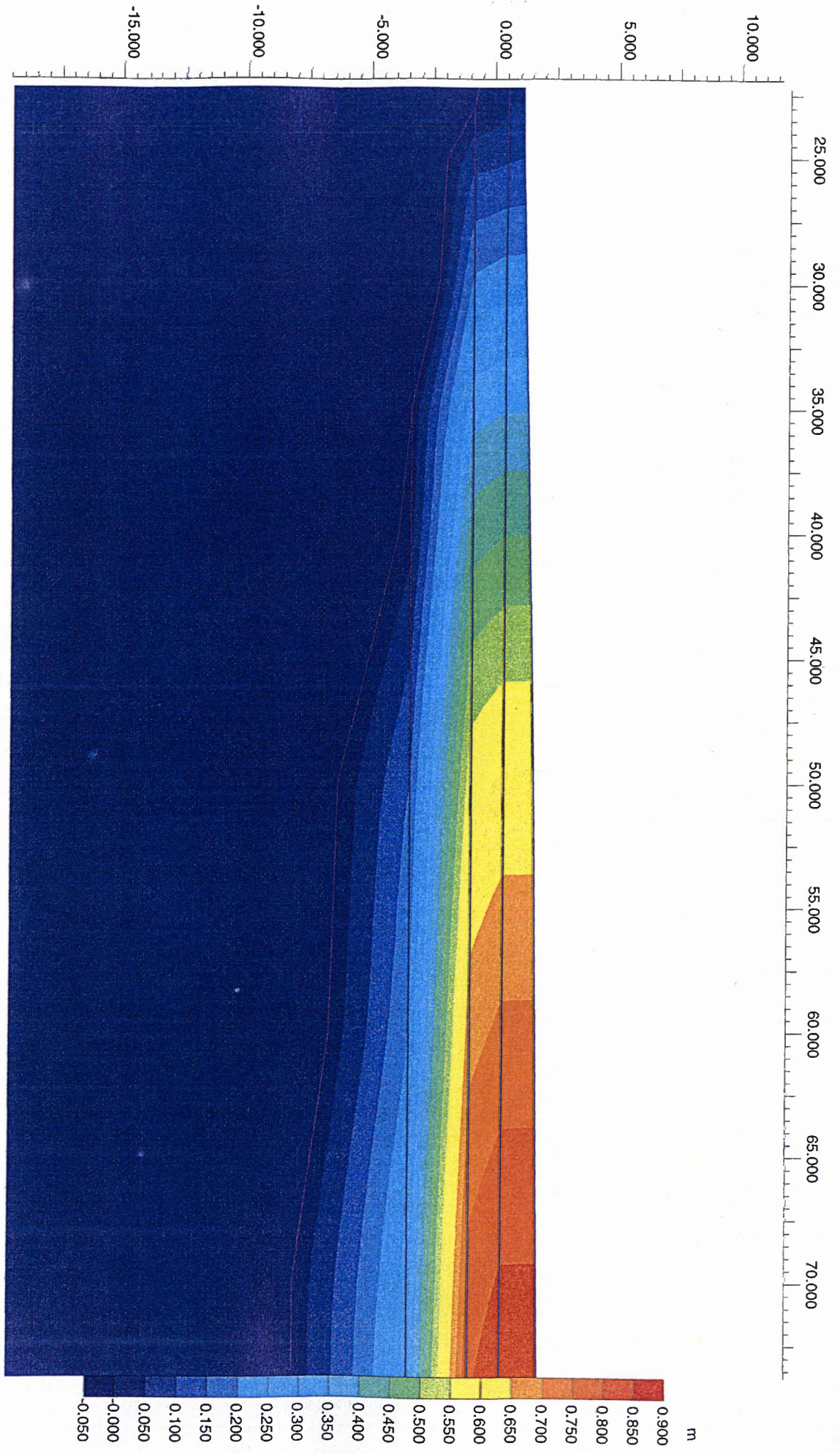
74

Date

19-04-02

User name

HASKONING B.V.



0.900 m
0.850
0.800
0.750
0.700
0.650
0.600
0.550
0.500
0.450
0.400
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
-0.050

legenda

	bouvoer		grindigheid 1		donkzand		licht humeus		gruts/enkele fragmenten aardewerk
	zeer zware kiel		kieligheid 1		humuslaagjes		humus		spikkel houtskool
	matig zware kiel		kieligheid 2		kielbrokken		alkaloudend		spikkels houtskool
	lichte kiel		kieligheid 3		kielloagjes		weinig hout		massieve houtskoollaag
	zware zavel		kieligheid 4		met enkele(s) siltlaagjes		matig hout		spikkels verbrand bot
	matig lichte zavel		venigheid 1		roest- en mangaanvlekken		weinig riet		spikkels puijn
	zeer lichte zavel		venigheid 2		roestvlekken		plantenresten		brokjes puijn
	kielig zand		venigheid 3		veenlaagjes		verlagen veen		schelpengruis
	kielarm zand		venigheid 4		zandbrokjes		zandlaagjes		puntwaarneming
	gyttja		zandigheid 1		zandlaagjes		schelpen		voorkomen archeologisch materiaal
	hout		zandigheid 2		zandigheid 3				
	veen		zandigheid 3		zandigheid 4				

RAAPRAPPORT 0783 bijlage 1.pdf

