

**Geohydrologisch onderzoek  
Haarlemmerweg 506-520 te  
Amsterdam**

**11 september 2015**

---

**Geohydrologisch onderzoek  
Haarlemmerweg 506-520 te  
Amsterdam**

## Verantwoording

<b>Titel</b>	Geohydrologisch onderzoek Haarlemmerweg 506-520 te Amsterdam
<b>Opdrachtgever</b>	HLW 506 bv
<b>Projectleider</b>	Fabiola Otto
<b>Auteur(s)</b>	Suzanne van Winsen
<b>Tweede lezer</b>	Margrietha Bor
<b>Projectnummer</b>	1232223
<b>Aantal pagina's</b>	26 (exclusief bijlagen)
<b>Datum</b>	11 september 2015
<b>Handtekening</b>	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

## Colofon

Tauw bv  
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit  
Zekeringstraat 43 g  
Postbus 20748  
1001 NS Amsterdam  
Telefoon +31 20 60 63 22 2  
Fax +31 20 68 48 92 1

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R001-1232223SWI-nda-V01-NL

---

## Inhoud

<b>Verantwoording en colofon .....</b>	<b>5</b>
<b>Verklarende woordenlijst en begrippen .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Inleiding.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Bodemopbouw en geohydrologie.....</b>	<b>13</b>
2.1 Bodemopbouw .....	13
2.2 Geohydrologie .....	14
2.2.1 Grondwaterstanden en stijghoogten .....	14
2.2.2 Oppervlaktewater .....	15
2.3 Reeds aanwezige parkeerkelders .....	16
<b>3 Modelberekeningen.....</b>	<b>17</b>
3.1 Inleiding .....	17
3.2 Opzet grondwatermodel .....	17
3.2.1 Modelgrid.....	17
3.2.2 Bodemopbouw en laagindeling .....	18
3.2.3 Situatie huidige en geplande parkeerkelders .....	18
3.2.4 Stijghoogten en oppervlaktewater .....	19
3.2.5 Neerslag .....	20
3.3 Globale ijking model huidige situatie .....	20
3.4 Berekeningen toekomstige situatie .....	20
<b>4 Modelresultaten.....</b>	<b>21</b>
4.1 Huidige situatie.....	21
4.2 Toekomstige situatie .....	21
4.2.1 Verandering in grondwaterstand in het freatisch pakket bij normale neerslag .....	21
4.2.2 Verandering in stijghoogte in het wadzandpakket bij normale neerslag .....	22
4.2.3 Verandering in grondwaterstand en stijghoogte bij extreme neerslag .....	22
<b>5 Effecten op de omgeving.....</b>	<b>23</b>
5.1 Inleiding .....	23
5.2 Grondwaternorm gemeente Amsterdam .....	23
5.3 Effect op bebouwing en beplanting .....	23
5.4 Effect op de secundaire waterkering .....	24

<b>6</b>	<b>Samenvatting en conclusie .....</b>	<b>25</b>
----------	--	-----------

**Bijlage(n)**

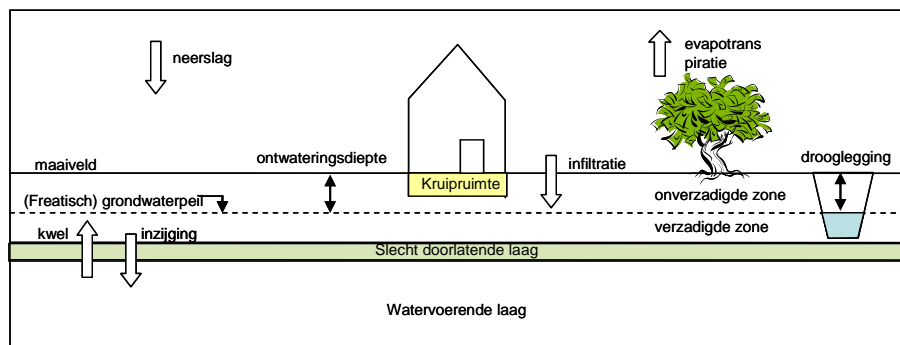
- 1 Regionale ligging
- 2 Boorprofielen boringen gezet door Tauw
- 3 Situering boringen gezet door Tauw
- 4 Situering huidige parkeerkelders
- 5 Situering secundaire en primaire waterkeringen
- 6 Situering geplande parkeerkelders en kavel-codes
- 7 Berekende freatische grondwaterstand
- 8 Verandering in grondwaterstand in het freatisch pakket bij normale neerslag
- 9 Verandering in stijghoogte in het wadzandpakket bij normale neerslag

## Verklarende woordenlijst en begrippen

In onderhavige rapportage wordt een aantal vaktermen en –begrippen gehanteerd. Nadere uitleg hiervan volgt hieronder.

<i>Doorlatendheid</i>	Vermogen van de bodem om vloeistof door te laten
<i>Freatisch pakket</i>	Bovenste watervoerende bodemlaag, die in direct contact met de atmosferische druk staat
<i>Grondwater</i>	Al het water dat zich onder het bodemoppervlak in de verzadigde zone bevindt en dat in direct contact met bodem of ondergrond staat
<i>Infiltratie</i>	Het binnentreden van (neerslag)water van het grondoppervlak naar de bodem
<i>Isohypse</i>	Lijn met gelijke stijghoogte van het grondwater
<i>Maaiveldzetting</i>	Bodemdaling als gevolg van inklinking, krimp of door het aanbrengen van een bovenbelasting
<i>Ontwateringsdiepte</i>	Afstand tussen maaiveld en grondwaterstand
<i>Oppervlaktewater</i>	Het grondoppervlak in principe bedekt met water (het water in rivieren, sloten, kanalen, meren en dergelijke)
<i>Scheidende laag</i>	Slecht doorlatende of weerstandsbiedende bodemlaag, bestaande uit klei, veen, leem en/of zeer fijn zand
<i>Stijghoogte</i>	Grondwaterstand ten opzicht van een bepaald referentieniveau, veelal NAP
<i>Watervoerend pakket</i>	Goed doorlatende bodemlaag, bestaande uit zand en/of grind

In onderstaande figuur is een aantal begrippen nader toegelicht.



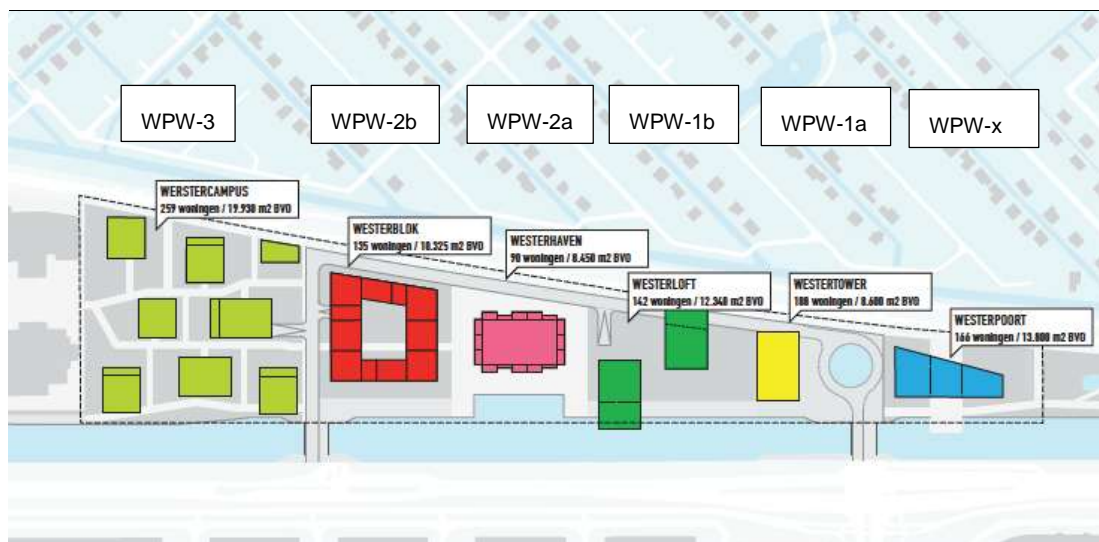




## 1 Inleiding

In opdracht van HLW 506 bv heeft Tauw een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de invloed van toekomstig te realiseren parkeerkelders op de grondwaterstand en de grondwaterstroming.

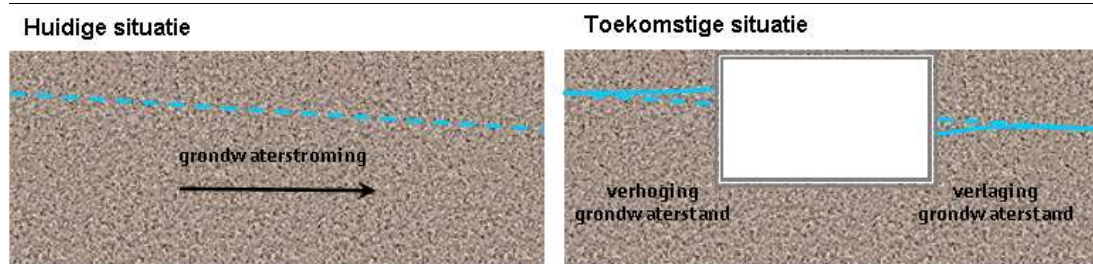
Het project is gelegen aan de Haarlemmerweg 506 tot en met 520 en bestaat uit zes verschillende deelgebieden met diverse bebouwing. In figuur 1.1 zijn de deelgebieden weergegeven. De opdrachtgever is voornemens om de locatie te ontwikkelen waarbij de huidige kantoorpanden worden getransformeerd naar woningen, in de huidige situatie zijn drie parkeerkelders aanwezig. In totaal worden vijf parkeerkelders gerealiseerd, variërend van 1, 2 à 3 parkeerlagen. Voor de ontwikkeling is een wijziging van het bestemmingsplan noodzakelijk, waarbij de effecten van de parkeerkelders op de geohydrologische situatie duidelijk dienen te zijn. De regionale ligging van de onderzoekslocatie is weergegeven in bijlage 1.



**Figuur 1.1 Plan voor Haarlemmerweg 506 tot en met 520 inclusief kavelnummers (gekleurde vlakken zijn de geplande bouwblokken)**

Het doel van het geohydrologisch onderzoek is het in beeld brengen van de effecten van de aanwezigheid van de parkeerkelders op de grondwaterstroming en grondwaterstand. Als gevolg van het aanbrengen van een ondergrondse constructie treedt er een barrièrewerking voor grondwaterstroming op.

Aan de stroomopwaartse kant van de constructie kan hierbij een grondwaterstandverhoging optreden en aan de stroomafwaartse kant mogelijk een grondwaterstandverlaging. Het principe van barrièrewerking is schematisch weergegeven in figuur 1.2.



**Figuur 1.2 Schematische weergave barrièrewerking grondwaterstroming**

In het uitgevoerde onderzoek is de berekende toekomstige grondwaterstand getoetst aan de door Waternet opgestelde grondwaternorm voor de gemeente Amsterdam. Om de effecten van de voorgenomen werkzaamheden op de geohydrologische situatie te berekenen, is gebruik gemaakt van een grondwatermodel. Met dit grondwatermodel zijn de effecten op de grondwaterstand en -stroming gesimuleerd.

#### **Gemeentelijk grondwaterbeleid**

- De gemeentelijke grondwaternorm is vastgelegd in het Plan gemeentelijke watertaken 2010-2015 (Waternet, maart 2010). Waternet treedt op als handhavers van dit beleid in gevolge de gemeentelijke zorgtaak voor grondwaterbeheer
- De gemeentelijke norm voor de maximale grondwaterstand bij kruipruimteloos bouwen is dat ten hoogste 1 maal per 2 jaar een grondwaterstand hoger dan 0,50 m onder maaiveld mag voorkomen gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen. Bij bouwen met kruipruimten is deze grondwaterstand 0,90 meter onder maaiveld
- In de nieuw in te richten gebieden moet de gemeentelijke ontwateringsnorm in principe door duurzame maatregelen gehandhaafd worden. Watergangen, grondverbetering, grindkoffers (onder voorwaarden) en ophogen worden als duurzame maatregelen genoemd. Drainage wordt, buiten sportvelden en tijdelijke bouwsituaties, expliciet verboden (in de keur)
- In het gemeentelijke waterplan wordt een systematiek aangegeven voor de theoretische toetsing van de grondwaternorm (Waternet systematiek). Daarbij wordt een stationaire neerslag toegepast met daarboven een aanvulling van 10 dagen van 7,2 mm/dag. Het deel van deze neerslag, dat effectief infiltreert (= infiltratie – verdamping) is afhankelijk van het terreingebruik

## 2 Bodemopbouw en geohydrologie

### 2.1 Bodemopbouw

In tabel 2.1 is de lokale bodemopbouw ter plaatse van de onderzoekslocatie schematisch weergegeven. Deze schematisatie is gebaseerd op de volgende bronnen:

- Boringen en sonderingen opgevraagd bij het DINOloket van TNO
- Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO (REGIS II v2.1)
- GeoTOP v1.2 van TNO
- Verkennend bodemonderzoek Haarlemmerweg 506-520 in Amsterdam, kenmerk R212NC14180405, RPS advies- en ingenieursbureau bv, 15 april 2014
- Boringen, Tauw, boorprofielen bijlage 2 en situering boringen bijlage 3

Tabel 2.1 Schematisatie bodemopbouw.

Diepte (m NAP)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid
+1,5 à -0,4 tot -3,0	Matig fijn tot matig grof zand, zwak siltig. Plaatselijk zwak grindig en plaatselijk sterk humeus.	Ophooglaag (freatisch pakket)
-3,0 tot -4,8 à -5,0	Veen en klei	Deklaag (Hollandveen)
-4,8 à -5,0 tot -11,4	Matig fijn kleiig zand	Deklaag (wadzandpakket)
-11,4 tot -12,0	Veen en klei	Deklaag (basisveen)
-12,0 tot -16,0	Matig fijn zand, zwak siltig, zwak humeus	Eerste watervoerend pakket
-16,0 tot -18,0	Kleiig zand	Tussenzandlaag
-18,0 tot -41,0	Fijn tot matig grof zand	Eerste watervoerend pakket

Het maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocatie varieert van NAP +1,5 m tot NAP -0,4 m. Het maaiveld om de bebouwing is lager dan het maaiveld tussen de bebouwing in (bron: Actueel Hoogtebestand Nederland).

Ter plaatse van de onderzoekslocatie is een antropogene zandige zwak siltige ophooglaag aanwezig. In deze laag is plaatselijk grind en/of puin aanwezig. Daarnaast is de ophooglaag plaatselijk sterk humeus. Onder de ophooglaag bevindt zich het hollandveen bestaande uit veen en klei. Onder deze laag begint het wadzandpakket, bestaande uit matig fijn kleiig zand. Deze kleiige zandlaag is plaatselijk zeer kleiig, waardoor er eigenlijk geen sprake meer is van een watervoerende laag maar meer een waterremmende laag. Onder deze laag begint het basisveen bestaande uit een dun laagje veen en klei.

Het hollandveen, wadzandpakket en het basisveen vormen samen de deklaag. Hieronder begint het eerste watervoerend pakket, bestaande uit matig fijn zand.

## 2.2 Geohydrologie

### 2.2.1 Grondwaterstanden en stijghoogten

Op de onderzoekslocatie zelf zijn geen peilbuizen aanwezig, waarin langdurig de grondwaterstand is gemeten. Tauw heeft op de locatie een peilbuis geplaatst (code 15, boorprofielen bijlage 2 en 3), op 8 augustus 2015 was de grondwaterstand op deze locatie 1,70 m –mv. De maaiveldhoogte is op deze locatie NAP 0,0 m wat resulteert in een grondwaterstand van NAP -1,70 m. In de verdere omgeving van de onderzoekslocatie bevinden zich 16 peilbuizen van Waternet, waarin structureel de grondwaterstand wordt gemonitord. De minimale-, gemiddelde- en maximale grondwaterstanden en stijghoogten zijn weergegeven in tabel 2.2. Doordat de peilbuizen niet in de directe omgeving van de onderzoeklocatie gelegen zijn is de grondwatersituatie globale beschouwing en de grondwaterstanden en stijghoogten kunnen mogelijk lokaal afwijken.

De gemiddeld gemeten freatische grondwaterstand in de omgeving van de onderzoekslocatie varieert van NAP -0,45 m tot NAP +0,45 m. De grondwaterstand ter plaatse van de onderzoekslocatie wordt sterk gestuurd door het oppervlaktewater, dit wordt beschreven in sub-paragraaf 2.2.2.

In de omgeving van de onderzoekslocatie zijn eveneens geen peilbuizen aanwezig met een filter in het wadzandpakket. De dichtstbijzijnde peilbuizen zijn 750 m van de onderzoekslocatie gelegen. De stijghoogte van het wadzandpakket is in deze drie peilbuizen sinds 1990 niet meer gemeten. De gemiddelde stijghoogte varieerde van NAP -1,82 tot NAP -0,38 m. De stijghoogte van NAP -0,38 m wijkt af van de andere gemeten stijghoogten en mogelijk betreft het een peilbuis met filterstelling in het freatisch pakket.

In twee peilbuizen wordt de stijghoogte gemeten in het eerste watervoerend pakket en het tweede watervoerend pakket. Deze twee peilbuizen zijn gelegen aan de andere zijde van de Haarlemmervaart, circa 250 m van de onderzoekslocatie. De stijghoogten van het eerste watervoerend pakket en het tweede watervoerend pakket zijn vrijwel gelijk en hebben een gemiddelde stijghoogte van respectievelijk NAP -2,24 m en NAP -2,26 m. Dit komt overeen met het isohypsenpatroon van de Grondwaterkaart van Nederland. Deze geven aan dat de stijghoogte ter plaatse van de onderzoekslocatie zich tussen NAP -2,5 m en NAP -2,0 m bevindt. De freatische grondwaterstand is hoger dan de stijghoogte van het wadzandpakket en het eerste watervoerend pakket. Hierdoor is er sprake van een infiltratiesituatie.

**Tabel 2.2** Overzicht gemeten grondwaterstanden en stijghoogten.

Peilbuiscode	Filterstelling	Maaiveld	Minimale	Gemiddelde	Maximale	Meetperiode
		hoogte	grondwaterstand	grondwaterstand	grondwaterstand	
		(m NAP)	(m NAP)	(m NAP)	(m NAP)	
C04087	Freatisch	0,84	-1,14	-0,11	0,28	1992-2015
C04098	Freatisch	1,22	-1,03	-0,17	0,51	1992-2015
C04099	Freatisch	1,33	-1,36	-0,25	0,08	1992-2015
C04100	Freatisch	1,34	-0,76	0,43	0,66	1999-2000
C04101	Freatisch	0,99	-0,42	0,07	0,14	1999-2000
C04766	Freatisch	0,58	-0,42	-0,11	0,11	2014-2015
C04033	Freatisch	0,53	-0,78	-0,41	0,06	1979-2015
C04034	Freatisch	0,55	-0,66	-0,42	-0,16	1979-2015
C04063	Freatisch	0,57	-0,66	-0,31	0,17	1991-2015
C04116	Freatisch	0,63	-0,73	-0,44	-0,12	1969-2015
C05166	Freatisch	0,67	-0,64	-0,37	-0,06	1991-2015
C04018	Wadzand	0,84	-1,10	-0,38	0,08	1973-1982
C04057	Wadzand	0,85	-2,04	-1,82	-1,51	1983-1990
C04058	Wadzand	1,29	-2,91	-1,59	-1,15	1983-1989
	Eerste watervoerend					
C04060	pakket	0,84	-2,44	-2,24	-1,99	1990-2015
	Tweede watervoerend					
C04060D	pakket	0,84	-2,50	-2,26	-1,98	1990-2015

### 2.2.2 Oppervlaktewater

In de omgeving van de onderzoekslocatie is oppervlaktewater aanwezig. Ten zuiden van de onderzoekslocatie is de Haarlemmervaart gelegen. De Haarlemmervaart heeft een vast oppervlaktewaterpeil van NAP -0,40 m. Volgens de Keur van hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht betreft de oever van de Haarlemmervaart een secundaire waterkering. Er zijn geen gegevens bekend van de samenstelling en opbouw van deze waterkering.

Ten noorden van de onderzoekslocatie is een poldersloot aanwezig, het streefpeil is NAP -2,15 m (bron: legger AGV). Deze poldersloot is gelegen om de volkstuinvereniging Sloterdijkermeer. De kavels van de volkstuinvereniging zijn omringd met meerdere kleine sloten. Doordat de afstand tussen de Haarlemmervaart en de poldersloot klein is (variërend van 50 m tot 110 m), is de stijghoogte gradiënt in het freatisch grondwater vrij groot ter plaatse van de onderzoekslocatie.

### **2.3 Reeds aanwezige parkeerkelders**

Ondergrondse obstructies kunnen van invloed zijn op de lokale grondwaterstroming. Op de onderzoekslocatie zijn parkeerkelders aanwezig bij kavel 3 (fase 3) en kavel 2a en 2b (fase 2b). De situering van de huidige kelders zijn weergegeven op kaart in bijlage 4. De dieptes van de huidige parkeerkelders zijn opgenomen in sub-paragraaf 3.2.3. De huidige parkeerkelders zijn gerealiseerd in de secundaire waterkering. In bijlage 5 zijn de primaire- en secundaire waterkeringen weergegeven op kaart.

## 3 Modelberekeningen

### 3.1 Inleiding

Om de effecten van de realisatie van de geplande parkeerkelders door te rekenen is een grondwatermodel opgezet. Gekozen is voor de modelcode Modflow. Dit softwarepakket is numeriek van aard en biedt de mogelijkheid tot opsplitsing in meerdere watervoerende en scheidende lagen, alsmede ruimtelijke differentiatie van bodemparameters en hydrologische fenomenen (modellering van drainage, waterlopen, neerslagoverschot).

Ten behoeve van de modellering is een relevant modelgebied gekozen, wat is onderverdeeld in cellen en in lagen. Het rekenprogramma berekent waterbalansen per cel en stromingen tussen de cellen (eindige differentiemethode). Door koppelingen aan vaste stijghoogten op de rand (randvoorwaarden), worden stijghoogten en waterbalansen voor alle cellen in het hele modelgebied berekend. Als input voor de grondwatermodellering zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Gegevens bodemopbouw
- Situering, afmetingen en waterpeilen van het oppervlaktewater
- Stijghoogten freatisch en eerste watervoerend pakket
- Situering en afmetingen van de huidige en geplande parkeerkelders

### 3.2 Opzet grondwatermodel

In onderstaande paragrafen zijn de volgende elementen beschreven:

- Modelgebied en modelgrid
- Bodemopbouw en onderverdeling in lagen
- Huidige en geplande parkeerkelders
- Stijghoogten en oppervlaktewaterpeilen
- Neerslag

Het model is stationair opgezet, zodat modelberekeningen vergeleken kunnen worden met gemiddeld gemeten stijghoogten in de watervoerende lagen. Vervolgens zijn instationaire berekeningen uitgevoerd voor verschillende neerslagsituaties, conform de rekenmethodiek van Waternet.

#### 3.2.1 Modelgrid

Het modelgebied beslaat een gebied van 2.000 bij 2.000 m, waarin centraal gelegen de onderzoekslocatie.

De celgrootte van het modelgebied bedraagt 100 x 100 m naar 50 x 50 m naar 10 x 10, waarbij ter plaatse van de onderzoekslocatie de celgrootte is verfijnd tot een grootte van 2 x 2 m.

### 3.2.2 Bodemopbouw en laagindeling

In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de gehanteerde laagindeling van het grondwatermodel.

Tabel 3.1 Modelopbouw en –parameters.

Model- laag	Diepte laag (m NAP)	Geohydrologische eenheid	Horizontale doorlatendheid (m/dag)*	Verticale doorlatendheid (m/dag)*	Bergingscoëfficiënt (-)*
1	+0,1 tot -2,0	Ophooglaag	1	0,5	0,25
2	-2,0 tot -3,0	Ophooglaag	1	0,5	0,25
3	-3,0 tot -4,0	Deklaag (Hollandveen)	0,005	0,001	0,25
4	-4,0 tot -5,0	Deklaag (Hollandveen)	0,005	0,001	0,25
5	-5,0 tot -7,0	Deklaag (wadzandpakket)	1	0,5	0,1
6	-7,0 tot -10,0	Deklaag (wadzandpakket)	1	0,5	0,1
7	-10,0 tot -11,4	Deklaag (wadzandpakket)	1	0,5	0,1
8	-11,4 tot 12,0	Deklaag (basisveen)	0,005	0,0003	0,1
9	-12,0 tot -16,0	Eerste watervoerend pakket	10	7,5	0,1
10	-16,0 tot -18,0	Tussenzandlaag (kleiig)	3	2	0,1
11	-18,0 tot -41,0	Eerste watervoerend pakket	15	10	0,1

\* geschat op basis van literatuurwaarden

In werkelijkheid zal de dikte van de verschillende bodemlagen variëren. Gezien de grote ruimtelijk variatie van hoogte van bodemlagen is er geen ruimtelijk onderscheid gemaakt in de dikte van de bodemlagen. De stijghoogte in de deklaag is niet gefixeerd waardoor deze wordt bepaald door de wisselwerking tussen het oppervlaktewater, de effectieve neerslag en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket.

Alle modellagen zijn gemodelleerd als gespannen watervoerende pakketten, waarbij het doorlatend vermogen constant blijft.

### 3.2.3 Situatie huidige en geplande parkeerkelders

De huidige en geplande parkeerkelders zijn gemodelleerd als ondoorlatende gebieden. In tabel 3.2 is te zien tot hoe diep de huidige en geplande parkeerkelders zijn gemodelleerd.



De situering van de huidige parkeerkelders zijn weergegeven op kaart in bijlage 4. De situering van de geplande parkeerkelders zijn weergegeven in bijlage 6.

**Tabel 3.2 Huidige en geplande parkeerkelders.**

Huidig/toekomstig	Kavel-code	Fase	Diepte (m NAP)	Diepte tot in modellaag
Huidig	WPW-3	3	-3,0	2
Huidig	WPW-2B	2b	-2,0	1
Huidig	WPW-2A	2a	-2,0	1
Gepland	WPW-3	3	-4,0	2
Gepland	WPW-2B	2b	-4,0	3
Gepland	WPW-2A	2a	-4,0	3
Gepland	WPW-1B	1b	-7,0	5
Gepland	WPW-1A	1b	-7,0	5
Gepland	WPW-X	x	-10,0	6

Voor de dieptes en omvang van de parkeerkelders is een worst-case scenario aangehouden, dit omdat de exacte omvang en diepten nog niet bekend zijn. De diepten en omvang van de geplande parkeerkelders zijn aangeleverd door MVRDV bv. In dit geohydrologisch onderzoek is geen rekening gehouden met het beleid omtrent bouwen in secundaire waterkeringen, wel zijn de effecten van de grondwaterstandsverandering op de secundaire waterkering beschouwd. Wanneer de diepte, omvang of de locaties van de geplande parkeerkelders wijzigt ten opzichte van de geplande parkeerkelders zoals weergegeven in tabel 3.2 en bijlage 6 dan heeft dit effect op de uitkomsten zoals gepresenteerd in dit geohydrologisch onderzoek.

### 3.2.4 Stijghoogten en oppervlaktewater

De startwaarde voor de stijghoogte in het freatisch pakket bedraagt NAP -0,4 m (boezempeil).

De startwaarde voor de stijghoogte in het wadzandpakket is NAP -1,8 m en in eerste watervoerend pakket bedraagt de stijghoogte NAP -2,25 m.

Het in het model ingevoerde waterpeil en weerstand van de waterbodem zijn in tabel 3.3 weergegeven en zijn constant verondersteld. Het waterpeil en de diepte van de watergangen zijn gebaseerd op de legger van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. De weerstand van de waterbodem betreft een schatting gebaseerd op ervaring.

**Tabel 3.3 Oppervlaktewateren en bijbehorende peilen.**

Watergang	Waterpeil (m NAP)	Bodemhoogte (m NAP)	Weerstand waterbodemb (dagen)*
Haarlemmervaart	-0,40	-2,40	25
Sloten bij Volkstuinvereniging	-2,15	-2,65	5
Sloterdijkermeer			

\*schatting op basis van ervaring

De grondwateronttrekkingen en/of –infiltraties in de omgeving van de onderzoekslocatie zijn niet opgenomen in model, omdat de parkeerkelders in het bovenste gedeelte van de deklaag worden gerealiseerd terwijl de langdurige onttrekkingen / infiltraties zoals bijvoorbeeld warmte/koude opslag, plaatsvinden in het tweede watervoerend pakket (> 50 m -mv). Er wordt daarom geen beïnvloeding van de onttrekkingen / infiltraties in de deklaag verwacht.

### 3.2.5 Neerslag

De effectieve neerslag voor bebouwd gebied wordt geschat op circa 225 mm/jaar (0,62 mm/dag) (bron: tabel 1.7 Globale waarden van de gemiddelde jaarlijkse grondwateraanvulling in Nederland, Grondwaterzakboekje, Bram Bot). Om de effecten te bepalen bij een extreme neerslag is een effectieve neerslagintensiteit van 7,6 mm/dag gedurende 10 dagen gemodelleerd, volgend op een gemiddelde neerslag van 0,62 mm/dag. Hierbij is 20 % van deze extreme neerslag opgelegd ter plaatse van grotendeels verhard oppervlak en 80 % hiervan op onverhard oppervlak (openbaar groen en de volkstuinen).

### 3.3 Globale ijking model huidige situatie

Er zijn geen peilbuizen aanwezig ter plaatse van de onderzoekslocatie. Het model is daarom globaal geijkt op basis van de door Waternet gemeten stijghoogten in het freatisch pakket, het wadzandpakket en het eerste watervoerend pakket en de oppervlaktewaterpeilen (nabij een watergang is de grondwaterstand ongeveer gelijk aan het oppervlaktewaterpeil). Bij de ijking is de horizontale en de verticale doorlatendheid van de modellen geoptimaliseerd.

### 3.4 Berekeningen toekomstige situatie

Met het geijkte model is het effect van de geplande parkeerkelders op de grondwaterhuishouding in de omgeving berekend. Als specifiek effect wordt genoemd het optreden van verhoging, danwel verlaging van de freatische grondwaterstand.

## 4 Modelresultaten

### 4.1 Huidige situatie

Het berekende isohypsenpatroon voor het freatisch pakket in de huidige situatie (referentiesituatie) is opgenomen in bijlage 7. Uit het isohypsenpatroon blijkt dat de grondwaterstand ter plaatse van de huidige parkeerkelders beheerst wordt door het oppervlaktewaterpeil van de Haarlemmervaart en de sloot om de Volkstuinvereniging Sloterdijkmeer. Het oppervlaktewaterpeil in de Haarlemmervaart is NAP -0,4 m en het oppervlaktewaterpeil in de sloot is NAP -2,15 m. Door het verschil in oppervlaktewaterpeil (1,75 m) is er een sterk verhang in de grondwaterstand. De gemiddelde ontwateringdiepte (= afstand tussen maaiveld en grondwaterstand) bedraagt ter plaatse van de zuidzijde van de parkeerkelders 0,3 m –mv (uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP -0,1 m) en aan de noordzijde van de parkeerkelders 1,4 m –mv (uitgaande van een maaiveldhoogte van NAP -0,4 m).

### 4.2 Toekomstige situatie

#### 4.2.1 Verandering in grondwaterstand in het freatisch pakket bij normale neerslag

In bijlage 6 is de berekende grondwaterstandsverandering weergegeven in het freatisch pakket als gevolg van de geplande parkeerkelders. Uit de berekeningen blijkt dat aan de zuidzijde van de geplande parkeerkelders een lichte grondwaterstandsverhoging ontstaat en ten noorden van de geplande parkeerkelders juist een grondwaterstandverlaging.

#### Grondwaterstandsverhoging

De grondwaterstandsverhoging aan de zuidzijde van de geplande parkeerkelders is maximaal 0,1 m en vindt alleen plaats bij kavel 2a en 2b. Dit komt omdat de geplande parkeerkelders op kavel 3, 1b en X tot aan de Haarlemmervaart reiken en zich hier dus geen grondwater bevindt. De maaiveldhoogte ter plaatse van de verhoging voor kavel 2a en 2b is circa NAP +0,4 m en de berekende grondwaterstand is NAP -0,6 m. De berekende grondwaterstand wordt in de toekomstige situatie NAP -0,5 m, wat resulteert in een grondwaterstand van 0,9 m –mv.

#### Grondwaterstandsverlaging

Aan de noordzijde van de geplande parkeerkelders is er bij elk kavel een grondwaterstandsverlaging waarneembaar. De grondwaterstandsverlaging is het grootst bij kavel 1b en X, dit omdat de geplande parkeerkelders hier tot in het wadzandpakket zijn gesitueerd en de freatische grondwaterstand van zuid naar noord blokkeert. Daarnaast is het effect bij deze twee kavels het grootst omdat in de huidige situatie geen parkeerkelders gesitueerd zijn, terwijl dit wel het geval is bij kavel 3, 2b en 2a. De grondwaterstandsverlaging bij kavel 1b en X is 0,3 m.

De maaiveldhoogte ter plaatse van de verlaging bij kavel 1b en X is circa NAP -0,4 m en de berekende grondwaterstand in de huidige situatie is NAP -1,8 m. De berekende grondwaterstand in de toekomstige situatie is NAP -2,1 m wat resulteert in een grondwaterstand van 1,7 m –mv.

Het maaiveldniveau ter plaatse van kavel 2a en 2b is circa NAP -0,4 m. De berekende grondwaterstandverlaging aan de noordzijde van de geplande parkeerkelder bij kavel 2a en 2b is maximaal 0,2 m ten opzichte van de berekende grondwaterstand in de huidige situatie is NAP -1,8 m. De berekende grondwaterstand in de toekomstige situatie is NAP -2,0 m en dit resulteert in een freatische grondwaterstand van 1,6 m –mv.

Bij kavel 3 is het maaiveldniveau circa NAP -0,4 m, de maximaal berekende grondwaterstandverlaging is 0,05 m. De berekende grondwaterstand voor de huidige situatie is NAP -1,9 m en voor de toekomstige situatie NAP -1,95 m. de grondwaterstand bevindt zich in de toekomstige situatie 1,55 m -mv.

#### **4.2.2 Verandering in stijghoogte in het wadzandpakket bij normale neerslag**

In bijlage 7 is de berekende stijghoogteverandering weergegeven in het wadzandpakket als gevolg van de geplande parkeerkelders. Uit de berekeningen is gebleken dat er alleen een lichte stijghoogteverlaging optreedt.

Uit deze berekeningen blijkt dat aan de noordzijde van de geplande parkeerkelders bij kavel 1b en X een grondwaterstandsverlaging waarneembaar is. Dit komt omdat de geplande parkeerkelders bij deze kavels tot in het wadzandpakket gesitueerd zijn. De grondwaterstandsverlaging is het grootst bij kavel X, dit omdat de geplande parkeerkelder hier het diepst is (NAP -10,0 m). De maximale stijghoogteverlaging is hier 0,1 m. De 0,05 stijghoogte verlagingcontour rijkt tot de eerste kavels van de volkstuinen.

#### **4.2.3 Verandering in grondwaterstand en stijghoogte bij extreme neerslag**

De grondwaterstand en stijghoogte veranderen niet bij extreme neerslag als gevolg van de geplande kelders. De contouren van de grondwaterstandverlaging en/of grondwaterstandverhoging zijn hetzelfde qua omvang bij een extreme bui van 7,6 mm/dag als bij normale neerslag. Wanneer men de grondwaterstanden bij normale neerslag zou vergelijken met grondwaterstanden bij extreme neerslag dan is er wel een verandering waarneembaar maar dit valt te wijten aan de neerslag en niet aan de geplande parkeerkelders.

## 5 Effecten op de omgeving

### 5.1 Inleiding

Een stijging of daling van de freatische grondwaterstand kan nadelige gevolgen hebben voor bebouwing en openbaar groen. In dit hoofdstuk worden de effecten van berekende grondwaterstandverandering in de omgeving van de geplande parkeerkelders besproken.

### 5.2 Grondwaternorm gemeente Amsterdam

De gemeentelijke grondwaternorm is vastgelegd in het Plan gemeentelijke watertaken 2010-2015 (Waternet, maart 2010). Waternet treedt op als handhavers van dit beleid in gevolge de gemeentelijke zorgtaak voor grondwaterbeheer.

De gemeentelijke norm voor de maximale grondwaterstand bij kruipruimteloos bouwen is dat ten hoogste 1 maal per 2 jaar een grondwaterstand hoger dan 0,50 m onder maaiveld mag voorkomen gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen. Bij bouwen met kruipruimten is deze grondwaterstand 0,9 meter onder maaiveld.

In de nieuw in te richten gebieden moet de gemeentelijke ontwateringsnorm in principe door duurzame maatregelen gehandhaafd worden. Watergangen, grondverbetering, grindkoffers (onder voorwaarden) en ophogen worden als duurzame maatregelen genoemd. Drainage wordt, buiten sportvelden en tijdelijke bouwsituaties, expliciet verboden (in de keur)

Hierbij wordt als richtlijn een verhoogde grondwaterstand over een periode van vijf dagen achtereenvolgens overschrijdend gehanteerd. Het uitgangspunt bij de norm is dat er geen drainagebuizen of andere ondergrondse ontwateringmiddelen worden toegepast. Deze norm is echter alleen van toepassing op woningen en niet op kelders.

Ter plaatse van kavel 2a en 2b treedt een verhoging op en is de grondwaterstand in situatie met geplande kelders 0,9 m –mv. Deze ontwateringsdiepte voldoet daarmee aan de gestelde grondwaternorm voor bouwen met kruipruimten en daardoor zijn geen maatregelen noodzakelijk.

### 5.3 Effect op bebouwing en beplanting

Het verlagen van de freatische grondwaterstand kan leiden tot maaiveldzettingen, welke vervolgens kunnen leiden tot schade aan omliggende bebouwing. Het optreden van schade is mede afhankelijk van de funderingswijze van omliggende bebouwing. Echter, omdat er geen bebouwing binnen de grondwaterstandverlagingscontour in het freatisch pakket is gelegen wordt er geen schade aan bebouwing als gevolg van maaiveldzettingen verwacht.

De grondwaterstandsverlaging bij het openbaar groen is 0,3 m en 0,05 m ter plaatse van de eerste volkstuinten, zie bijlage 8. De grondwaterstand ter hoogte van de verlaging bij het openbaar groen is in de huidige berekende situatie circa 1,4 m -mv. Hierdoor worden vooralsnog geen negatieve effecten voorzien omdat de bomen naar alle waarschijnlijkheid in de huidige situatie al gebruik maken van een hangwaterprofiel. In het hangwaterprofiel zit het grondwater zo diep dat er geen vocht uit het grondwater via capillaire opstijging in de bewortelde bodemlaag komt. De bomen gebruiken het vocht dat in de bewortelde bodemlaag aanwezig is, plus een aanvulling uit neerslag. De effecten van de grondwaterstandsverlaging op de bomen kunnen nader gekwantificeerd worden in een bomeneffectrapportage. Eventueel optredende schade aan de bomen kan beperkt worden door het nemen van maatregelen, bijvoorbeeld door een geleidelijke grondwaterstandsverlaging.

De grondwaterstandsverlaging ter hoogte van de volkstuinten is slecht 0,05 m en op basis van deze geringe verlaging worden geen negatieve effecten verwacht op de volkstuinten van Volkstuinvereniging Sloterdijkermeer.

De 0,05 m en 0,10 m stijghoogteverlagingscontour in het wadzandpakket reikt tot de eerste kavels van de Volkstuinvereniging Sloterdijkermeer. Doordat de verlagingen vrij gering zijn wordt er geen schade aan bebouwing als gevolg van maaiveldzettingen verwacht.

#### **5.4 Effect op de secundaire waterkering**

De huidige en geplande parkeerkelders zijn gesitueerd in een secundaire waterkering. Bij werkzaamheden in, op of nabij een waterkering is de Keur van het Hoogheemraadschap van Amstel, Gooi en Vecht van toepassing. Vanuit de Keur is het verboden om zonder vergunning wijzigingen aan te brengen in, op of nabij een waterkering.

De berekende grondwaterstandsveranderingen vinden plaats in een secundaire waterkering. Een grondwaterstandsverandering kan effect hebben op de stabiliteit van de waterkering. De maximale berekende veranderingen in grondwaterstand zijn 0,1 m verhoging ter plaatse van de geplande parkeerkelder 2a en 2b en de maximale berekende verlaging is 0,3 m ter plaatse van de geplande parkeerkelder 1b en X. Een verlaging van de grondwaterstand leidt in het algemeen tot een toename in de stabiliteit van een waterkering. Een berekende grondwaterstandsverlaging van 0,3 meter zal dan ook niet leiden tot afname in stabiliteit van de waterkering.

Grondwaterstandsverhogingen kunnen wel leiden tot afname in stabiliteit. De nu berekende grondwaterstandsverhoging van 0,1 meter is echter dusdanig beperkt, dat wordt verwacht dat er geen sprake zal zijn van significante afname in de stabiliteit. Geadviseerd wordt om deze verwachting op basis van geotechnisch onderzoek nader te bepalen.

## 6 Samenvatting en conclusie

In opdracht van HLW 506 bv heeft Tauw een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de invloed van toekomstig te realiseren parkeerkelders op de grondwaterstand en de grondwaterstroming.

Om de effecten van de geplande parkeerkelders op de geohydrologische situatie te bepalen, is gebruik gemaakt van een grondwatermodel waarmee verschillende effecten op de grondwaterstroming zijn gesimuleerd. Omdat de definitieve omvang en diepten van de parkeerkelders nog niet bekend zijn, is voor de dieptes en omvang van de geplande parkeerkelders een worst-case scenario aangehouden. De diepten en omvang van de geplande parkeerkelders zijn aangeleverd door MVRDV bv. De huidige en geplande parkeerkelders zijn gesitueerd in een secundaire waterkering. In dit geohydrologisch onderzoek is geen rekening gehouden met het beleid omtrent bouwen in secundaire waterkeringen, wel zijn de effecten van de grondwaterstandsverandering op de secundaire waterkering beschouwd.

Op basis van het geohydrologisch onderzoek wordt geconcludeerd dat als gevolg van de geplande parkeerkelders de freatische grondwaterstand met maximaal 0,1 m stijgt aan de zuidzijde van kavel 2a en 2b. Aan de noordzijde van de geplande parkeerkelders bij kavel 1b en X is de berekende grondwaterstandsverlaging maximaal 0,3 m. De grondwaterstandsverlaging aan de noordzijde bij kavel 2a en 2b is maximaal 0,2 m en bij kavel 3 is de grondwaterstandsverlaging maximaal 0,05 m. Doordat de berekende grondwaterstand gelijk of lager is dan 0,9 m –mv voldoet het aan de gestelde grondwaternorm voor bouwen met kruipruimten en daardoor zijn geen maatregelen noodzakelijk.

Binnen de grondwaterstandsverlagingscontour in het freatisch pakket is geen bebouwing gelegen. Er wordt daardoor geen schade aan bebouwing verwacht als gevolg van maaiveldzettingen. De berekende grondwaterstandsverlaging ter plaatse van openbaar groen is maximaal 0,3 meter. De berekende grondwaterstand op deze locatie is in de huidige situatie 1,4 m –mv en op basis daarvan wordt verwacht dat de bomen gebruik maken van een hangwaterprofiel. Verwacht wordt dat een verlaging van de grondwaterstand daarom geen negatief effect heeft op de aanwezige bomen. Om eventueel optredende schade aan de bomen uit te sluiten kan een bomeneffectrapportage opgesteld worden. Ter hoogte van de eerste volkstuinten van de volkstuintvereniging Sloterdijkmeer is de grondwaterstandsverlaging slechts 0,05 m. Op basis van deze geringe verlaging wordt geen negatief effect verwacht op de volkstuinten. De 0,05 m en 0,1 m stijghoogteverlagingscontour in het wadzandpakket reikt tot de eerste kavels van volkstuinten, door deze geringe verlagingen worden eveneens geen negatieve effecten voorzien op de omgeving.

Bij werkzaamheden in, op of nabij een waterkering is de Keur van het Hoogheemraadschap van Amstel, Gooi en Vecht van toepassing. Vanuit de Keur is het verboden om zonder vergunning wijzigingen aan te brengen in, op of nabij een waterkering. De berekende grondwaterstandsveranderingen vinden plaats in een secundaire waterkering. Een grondwaterstandverandering kan effect hebben op de stabiliteit van de waterkering. Vooral nog wordt verwacht, dat als gevolg van de relatief beperkte grondwaterstandsveranderingen er geen significante afname van de stabiliteit zal optreden. Geadviseerd wordt om de effecten van de grondwaterstandverandering op de stabiliteit van de waterkering te kwantificeren door het uitvoeren van nader geotechnisch onderzoek.

Geadviseerd wordt om wanneer er een definitief ontwerp tot stand is gekomen de effecten te onderzoeken van de tijdelijke bronbemaling tijdens de bouw van de kelders.

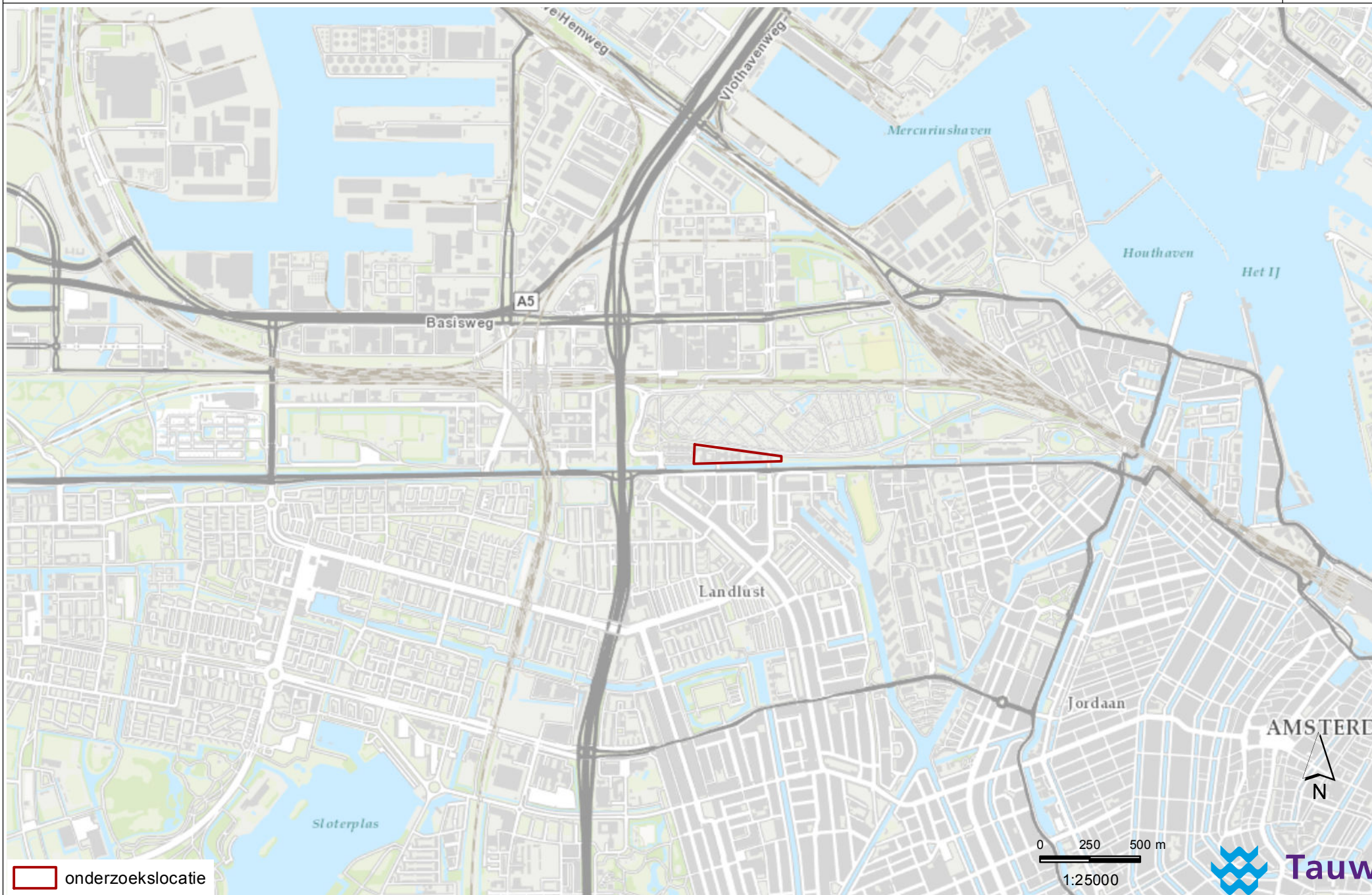


# Bijlage

## 1

Regionale ligging





onderzoeklocatie



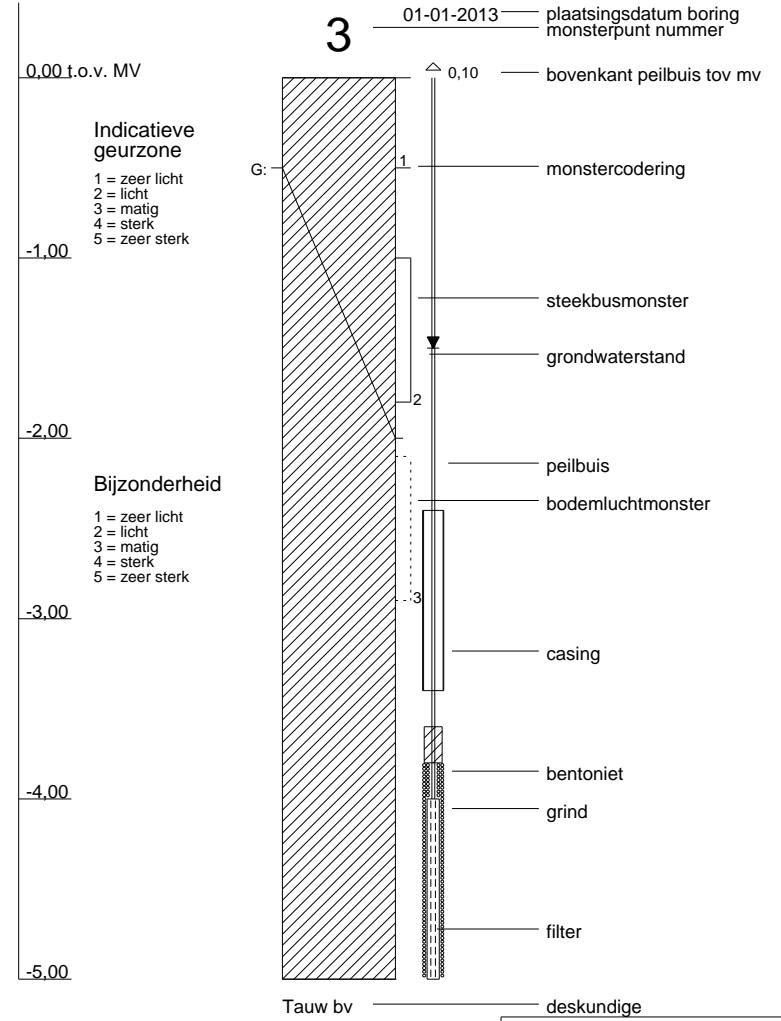
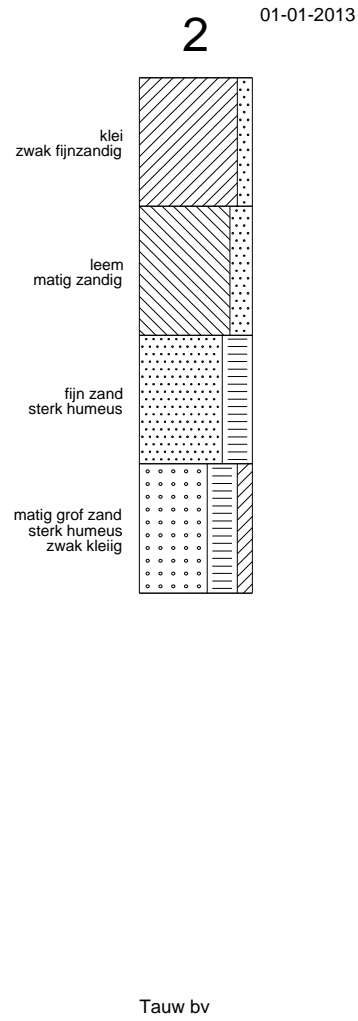
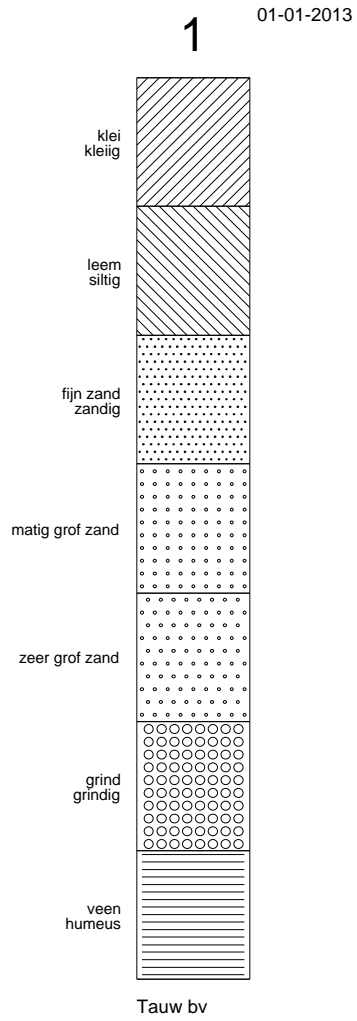
# **Bijlage**

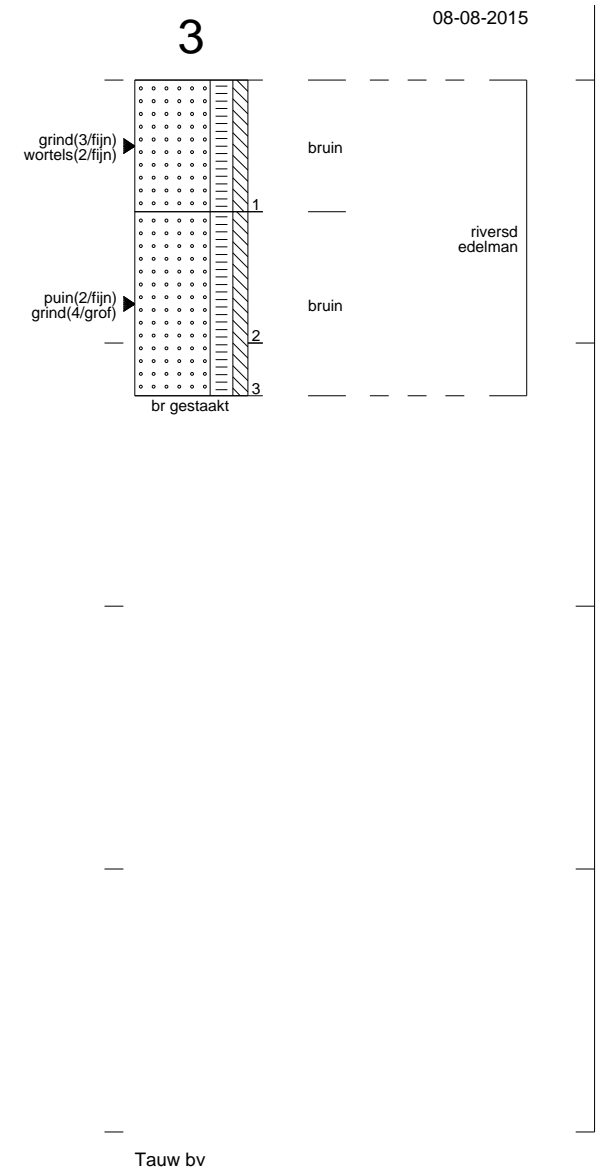
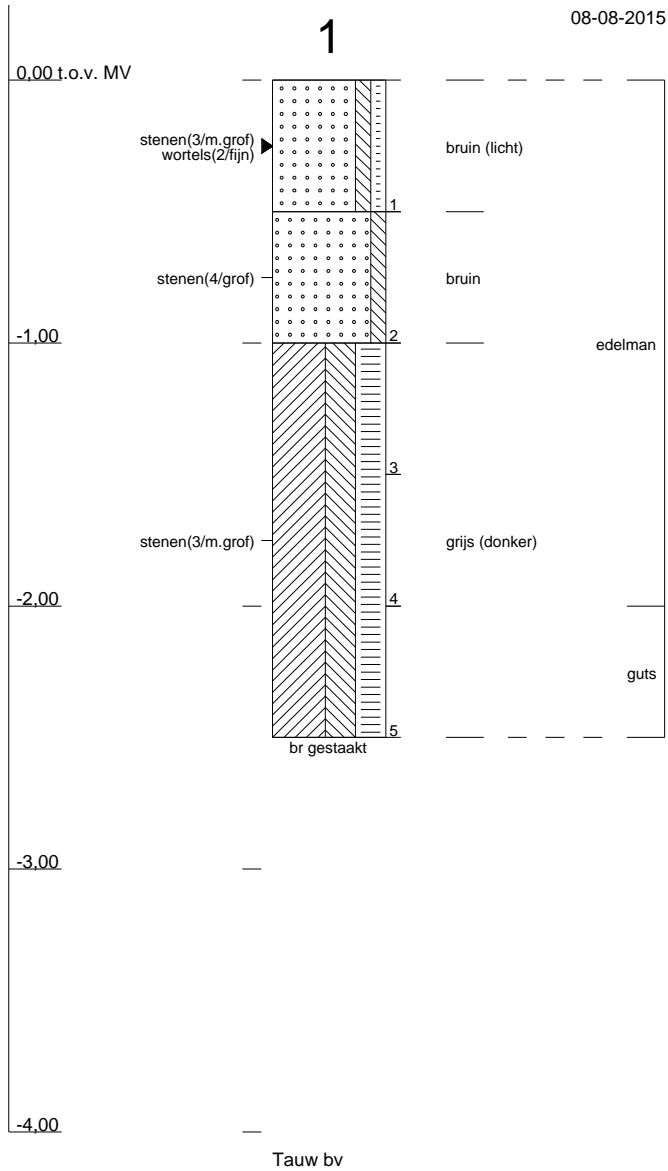
## **2**

**Boorprofielen boringen gezet door Tauw**

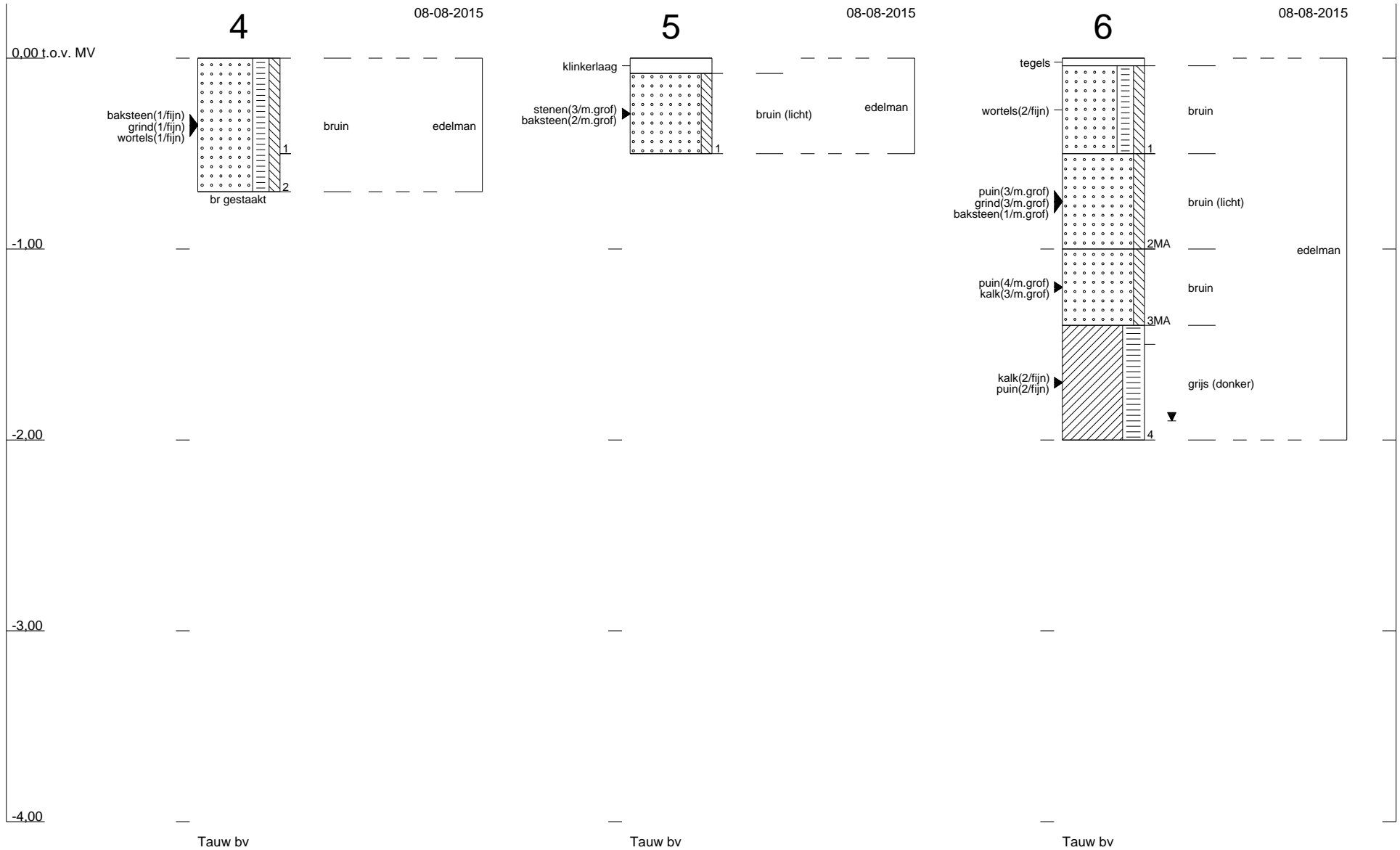


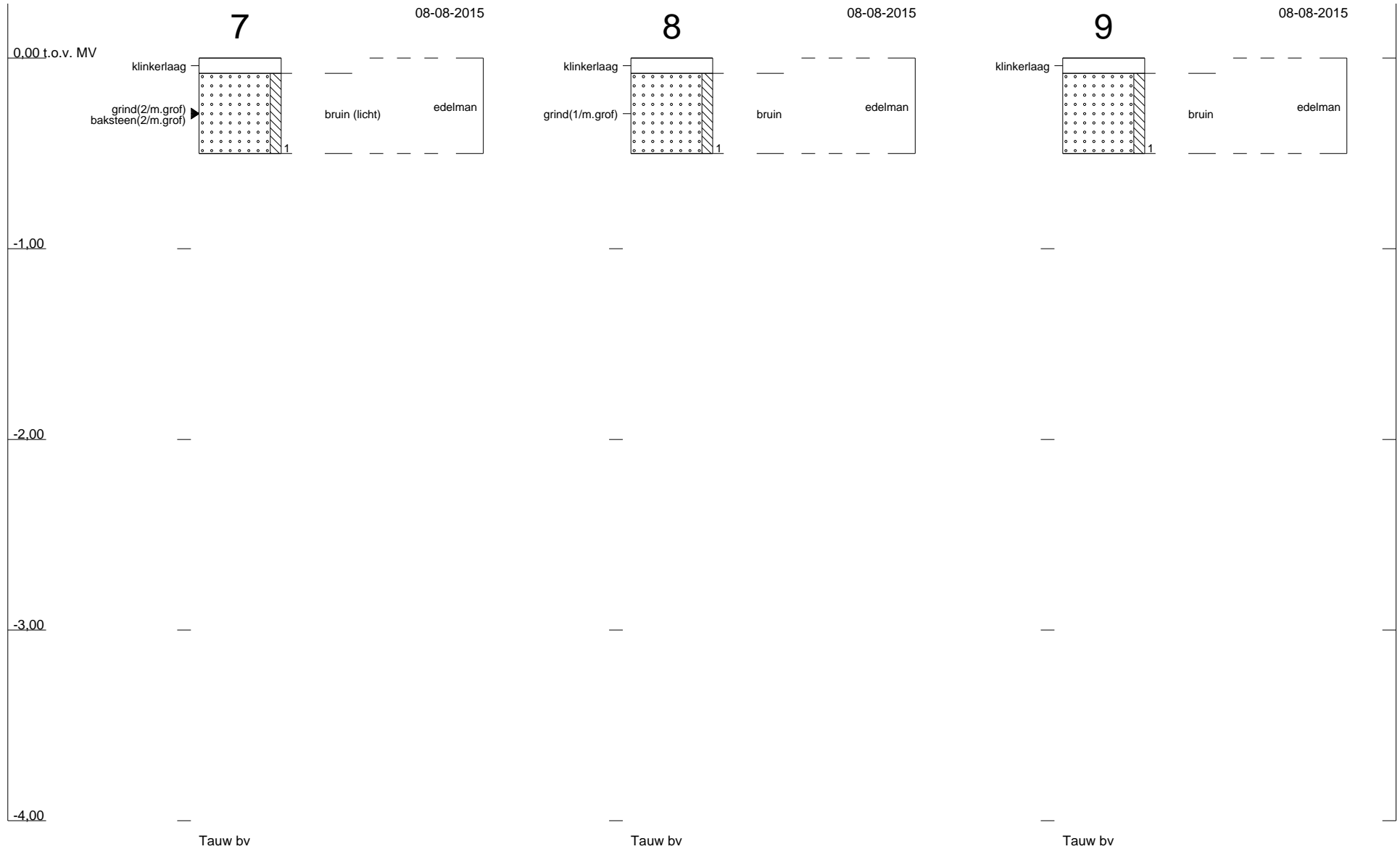
# Legenda boorprofielen

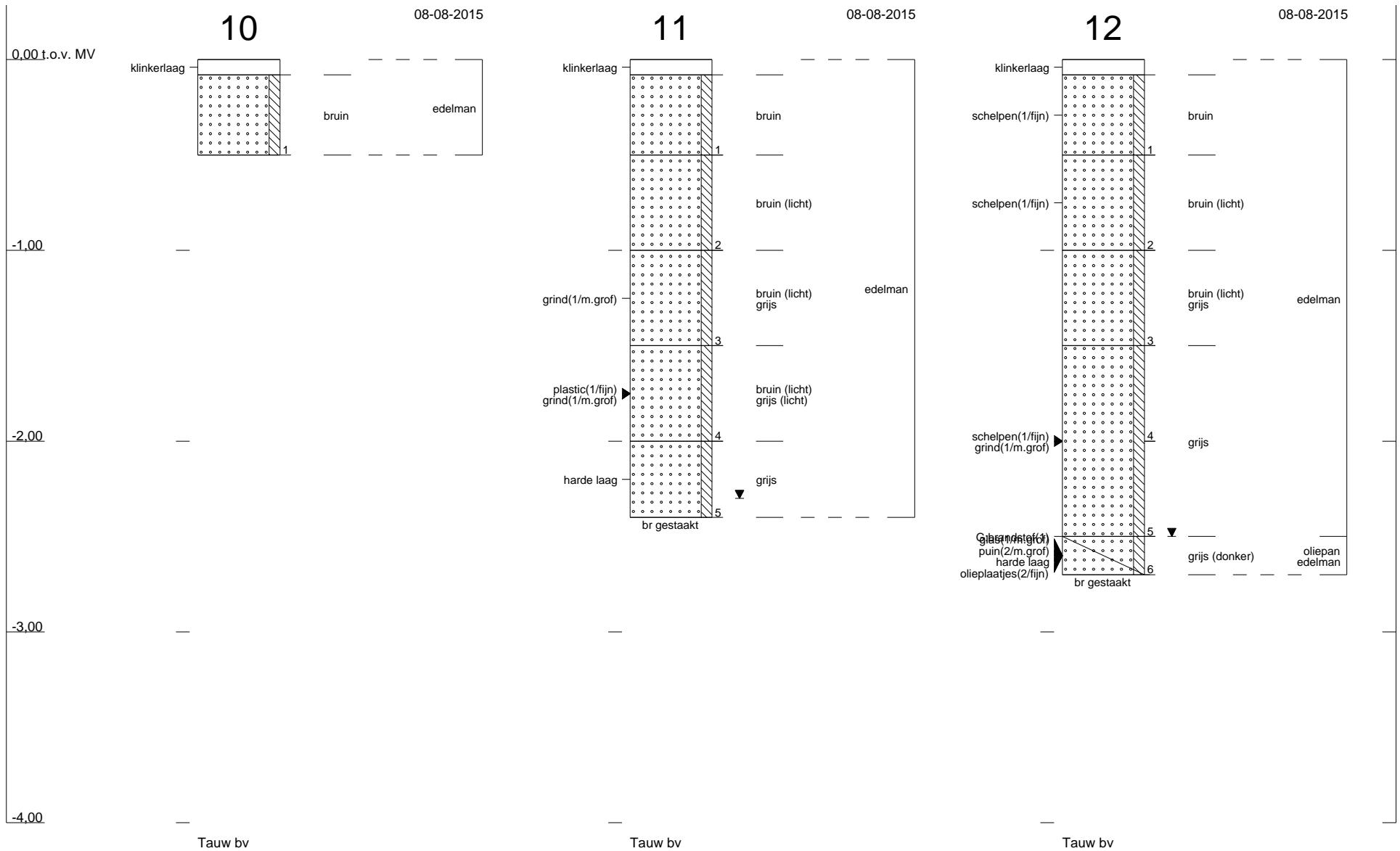


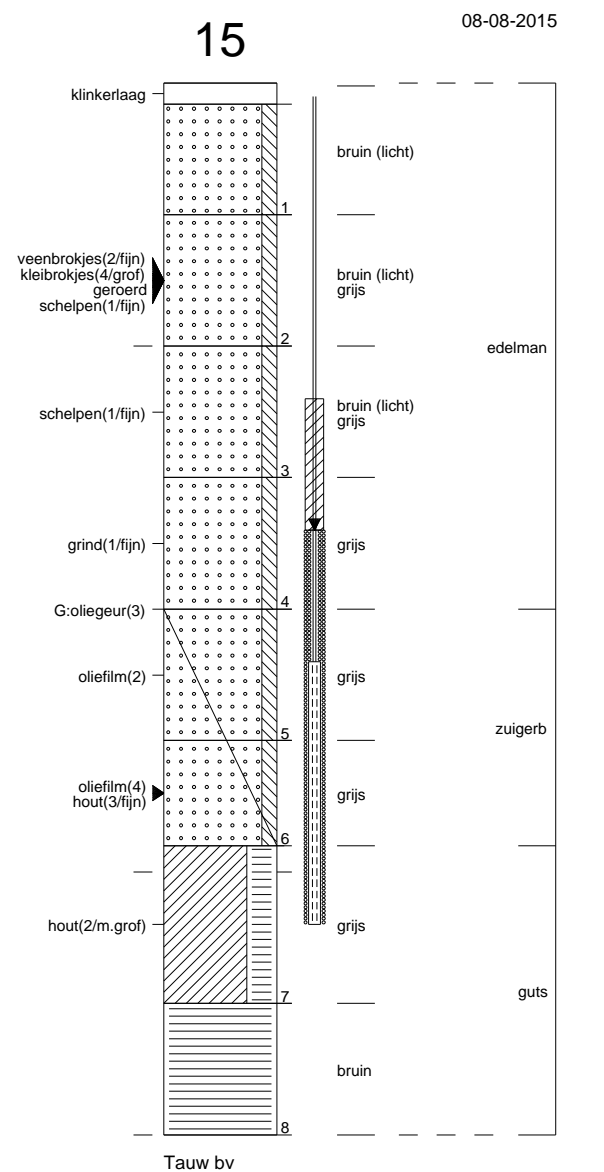
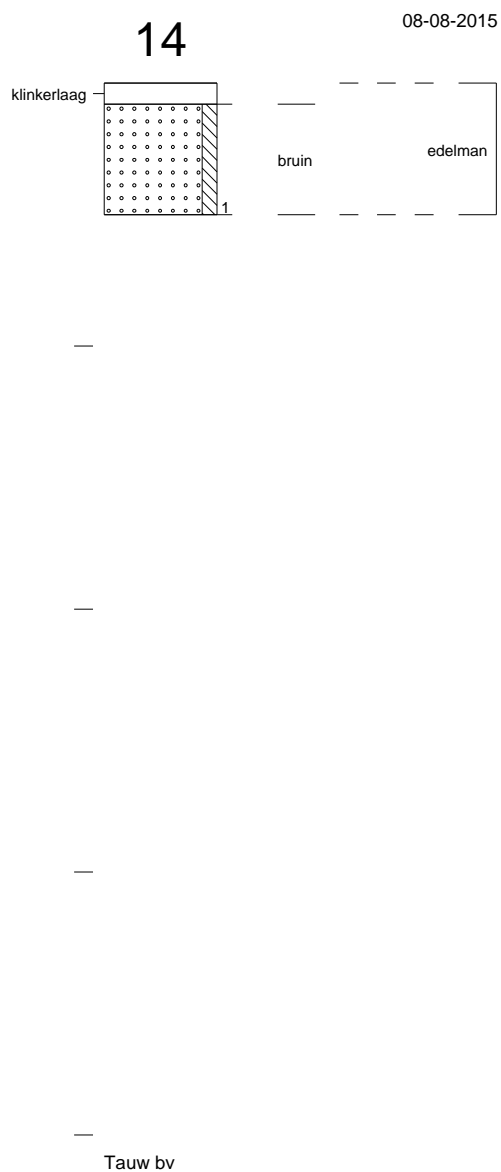
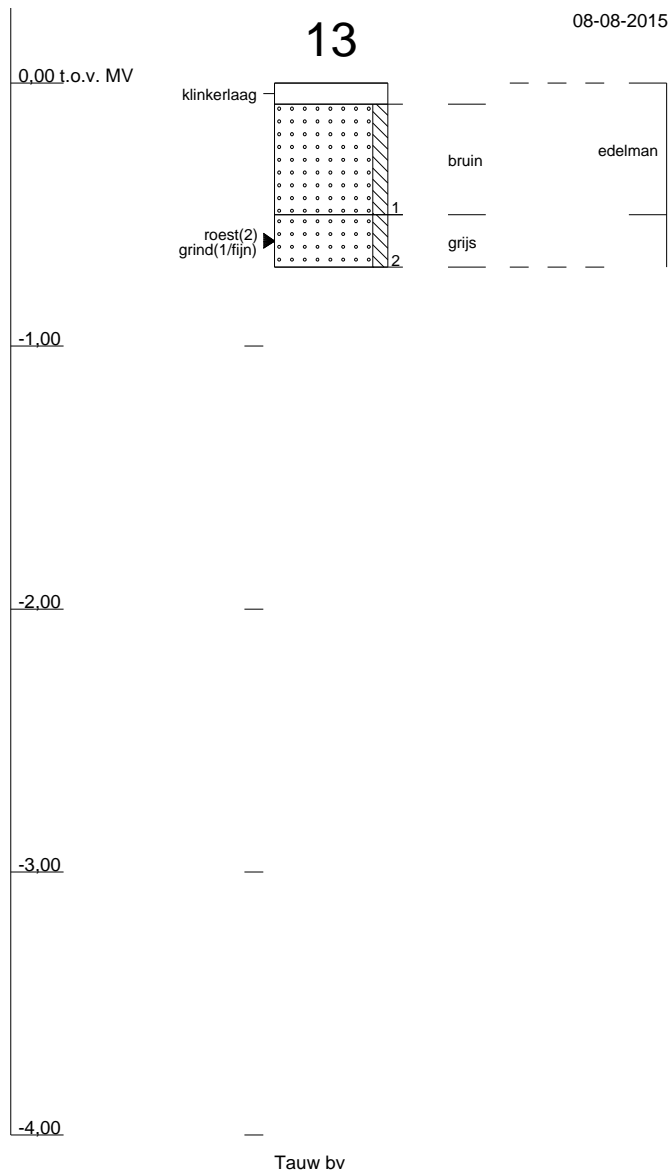


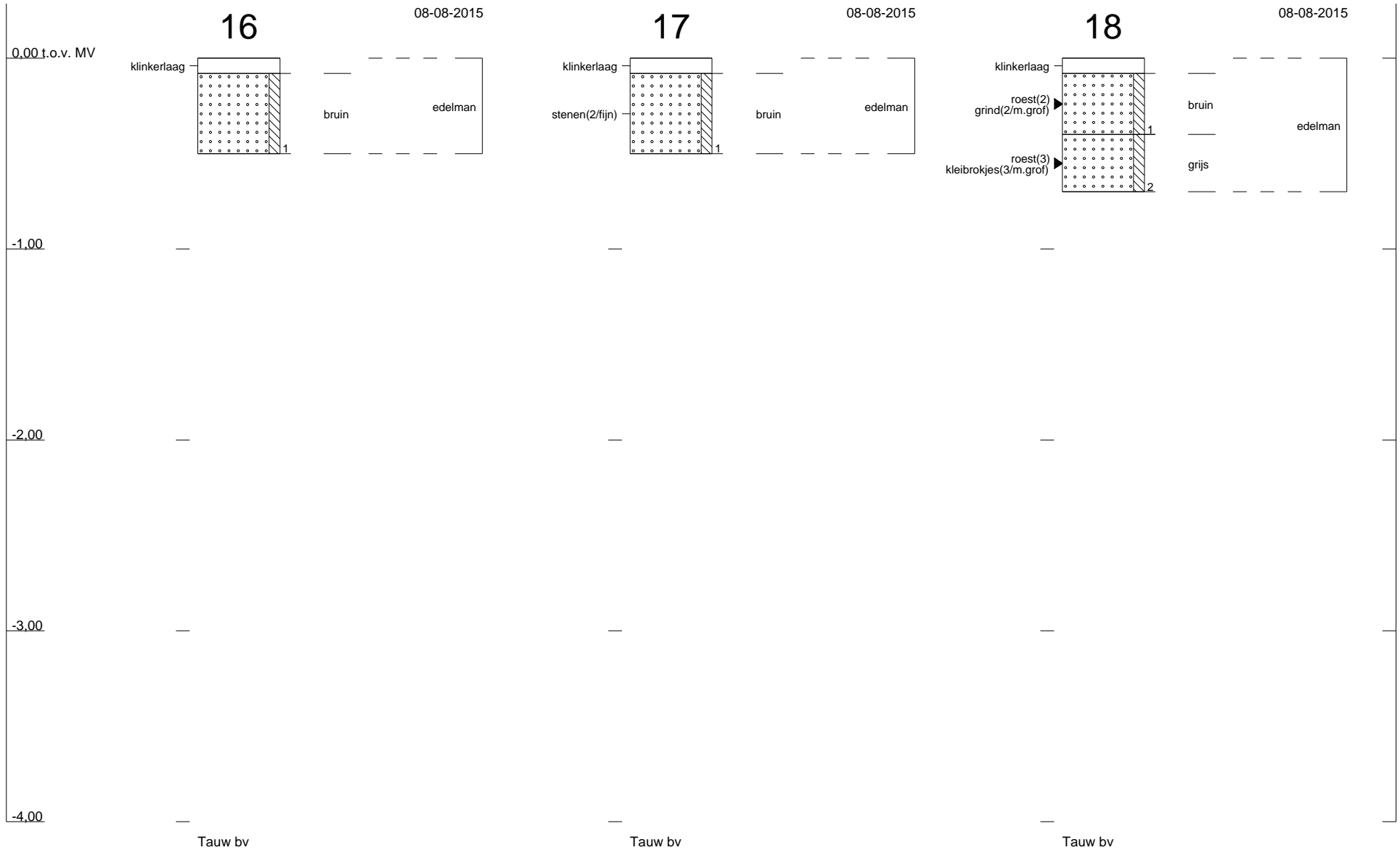


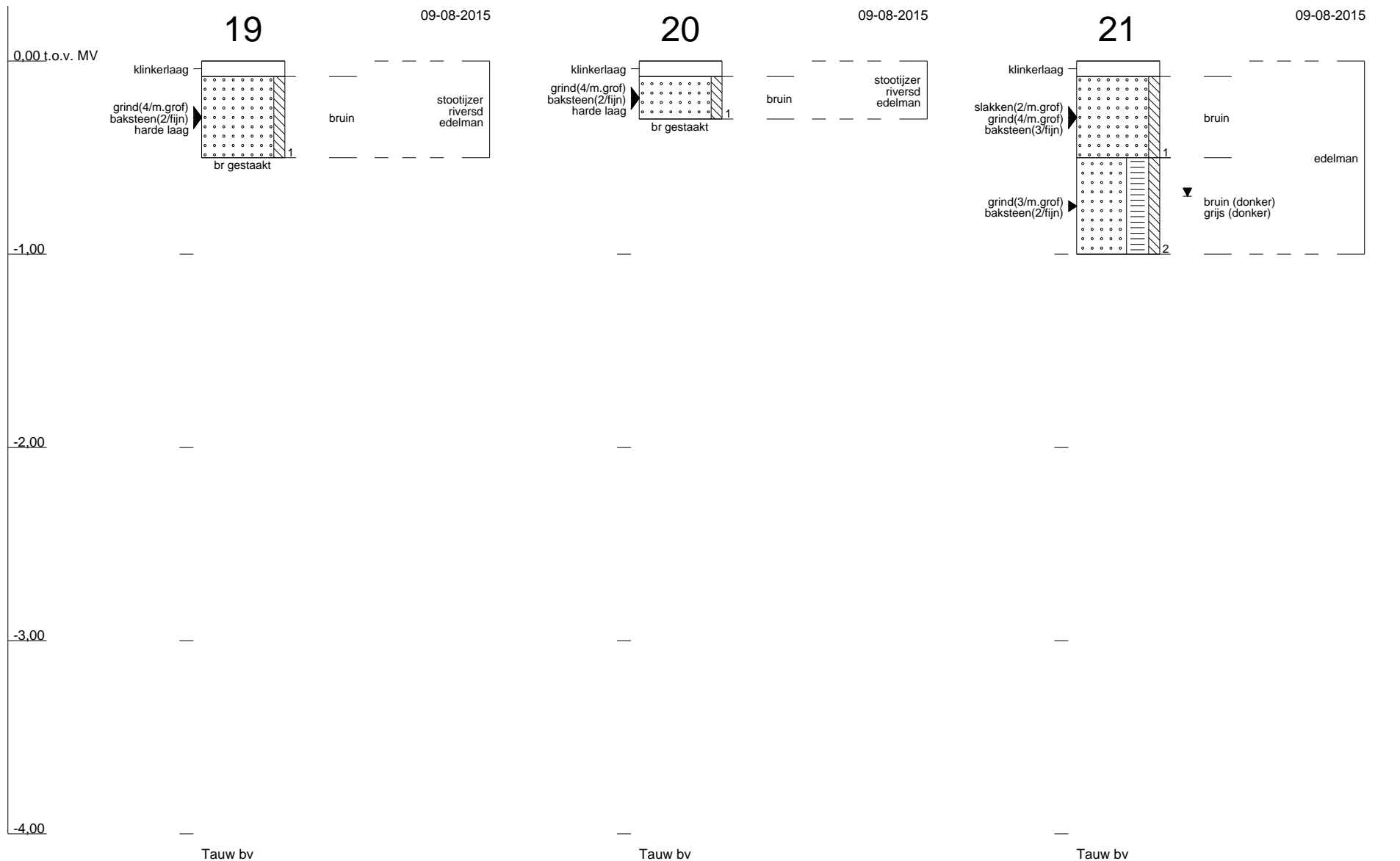


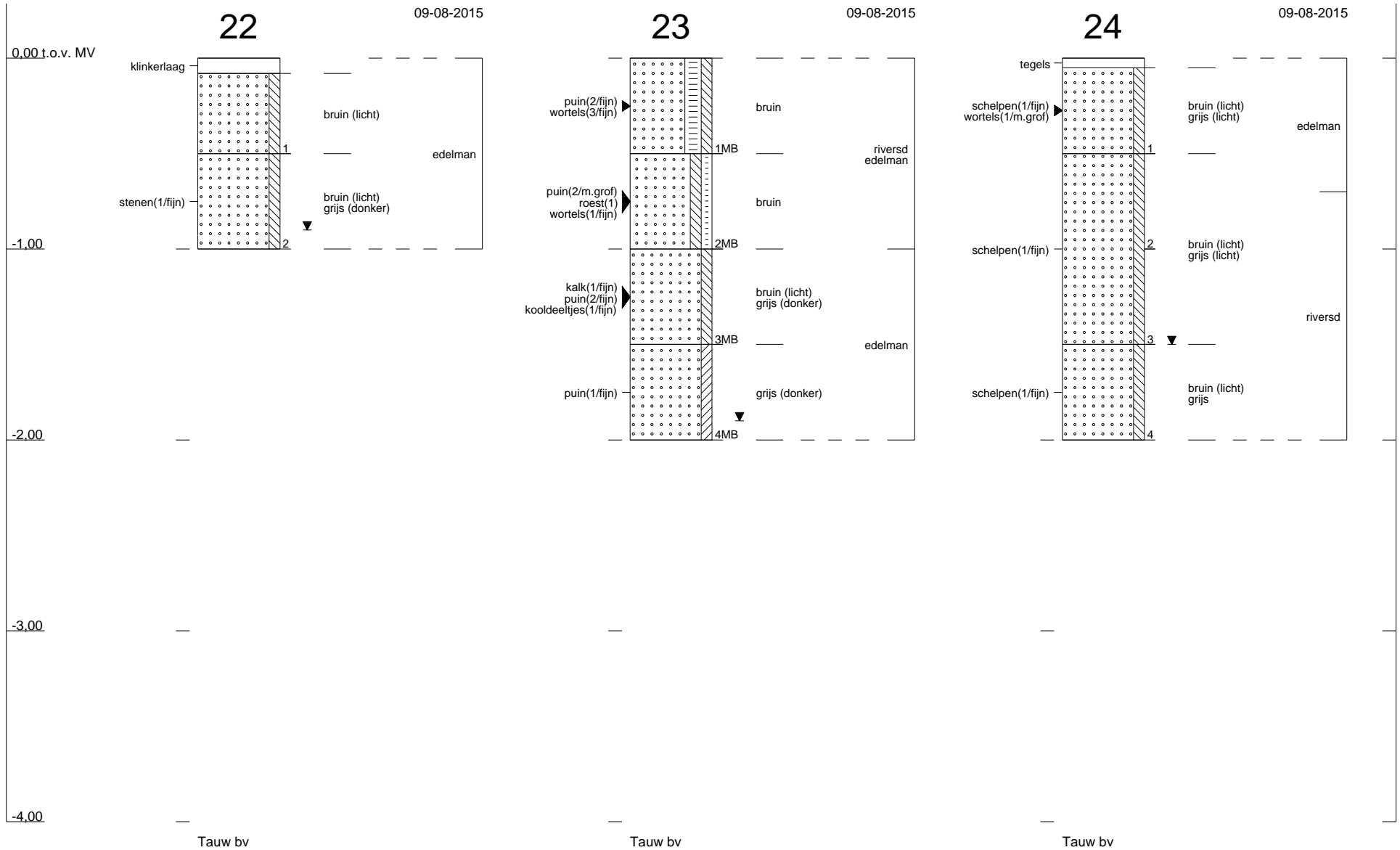


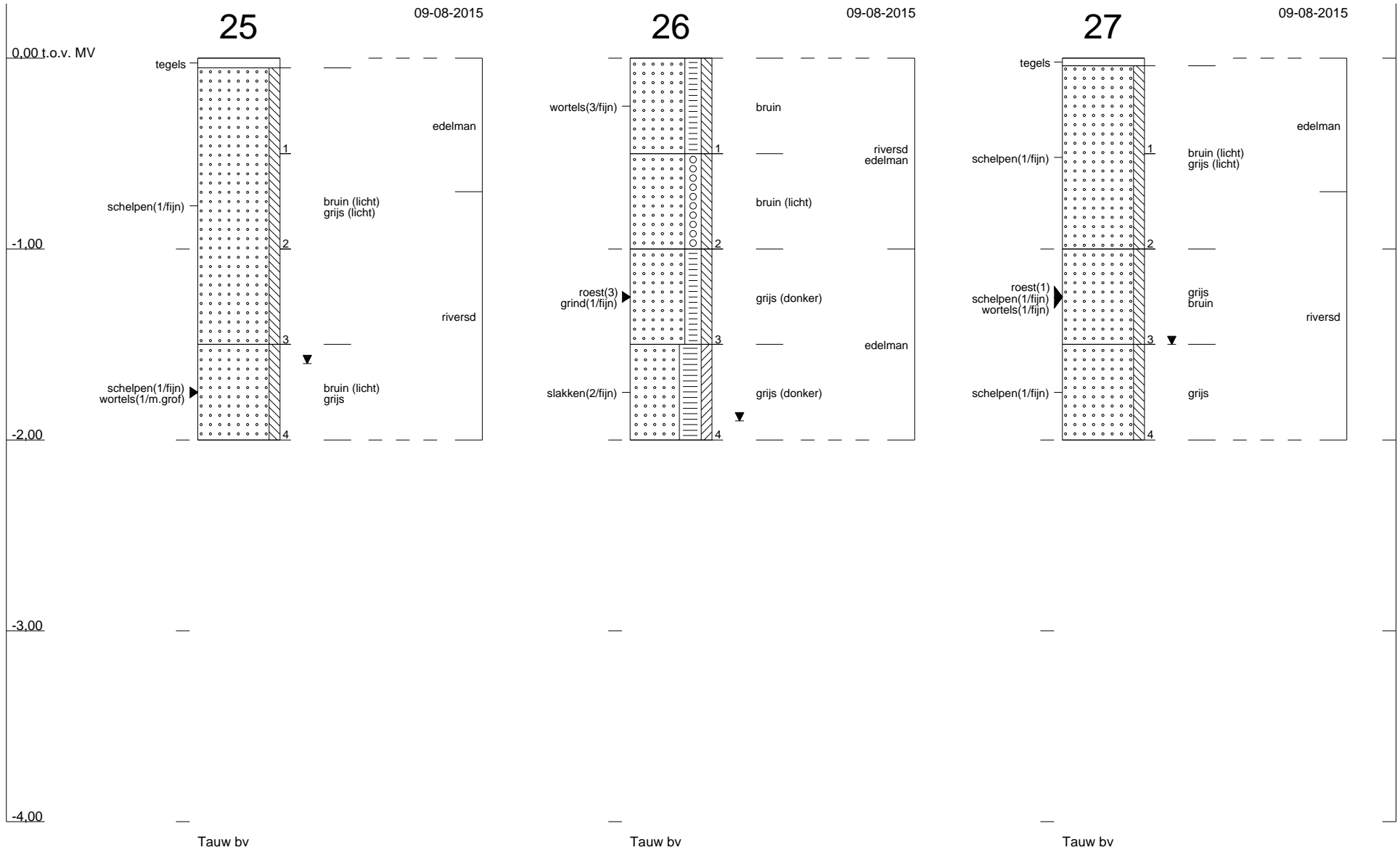




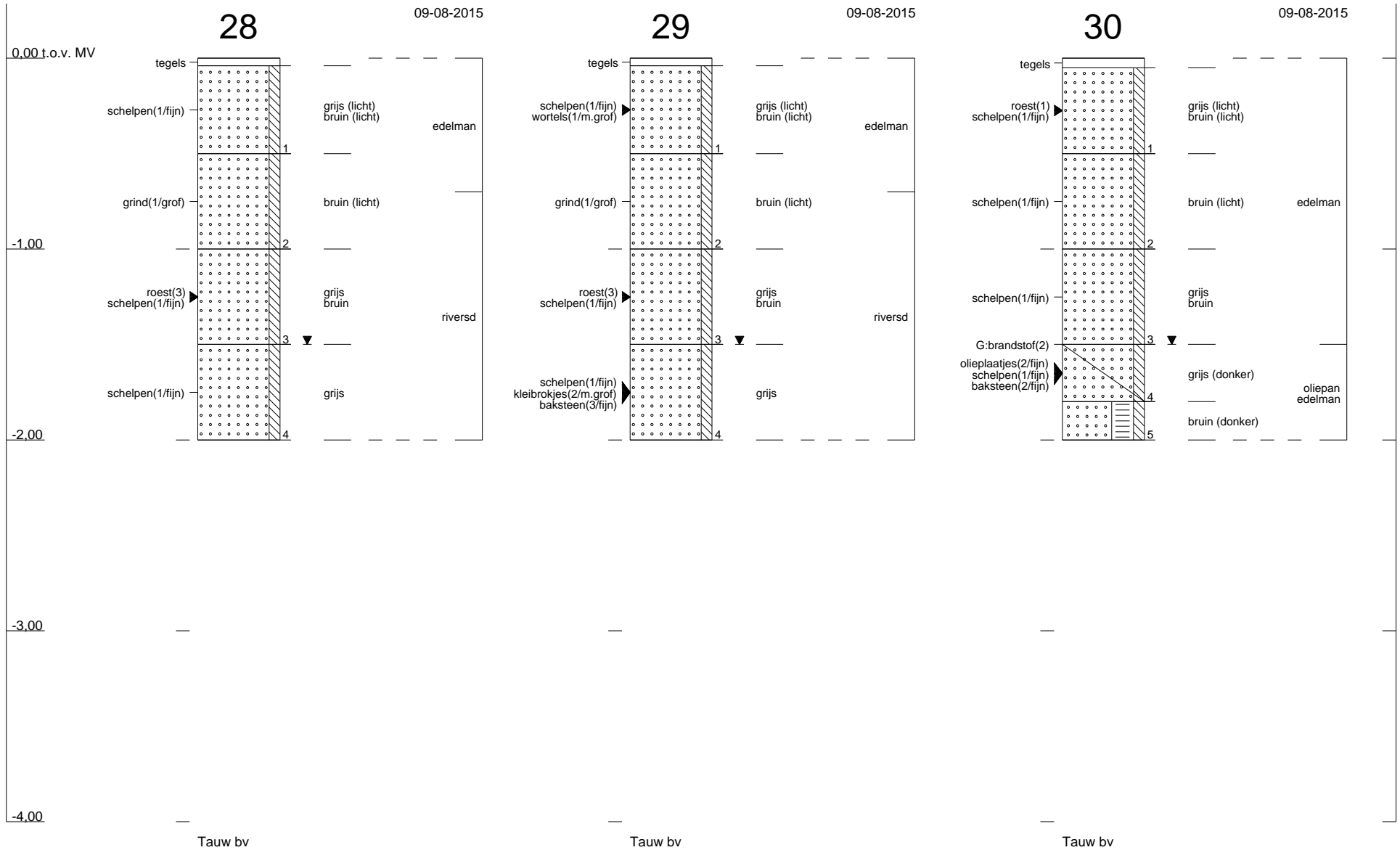


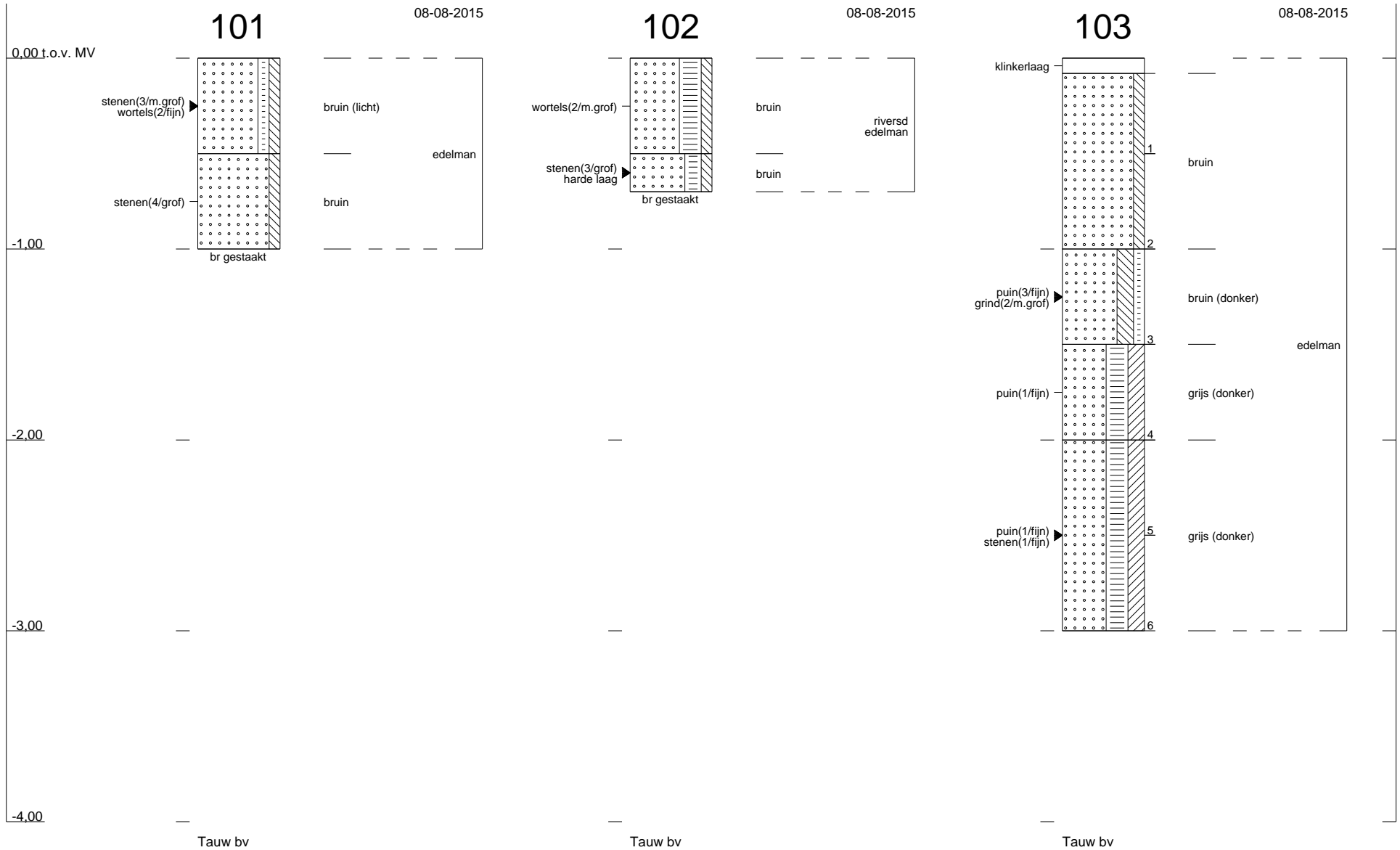


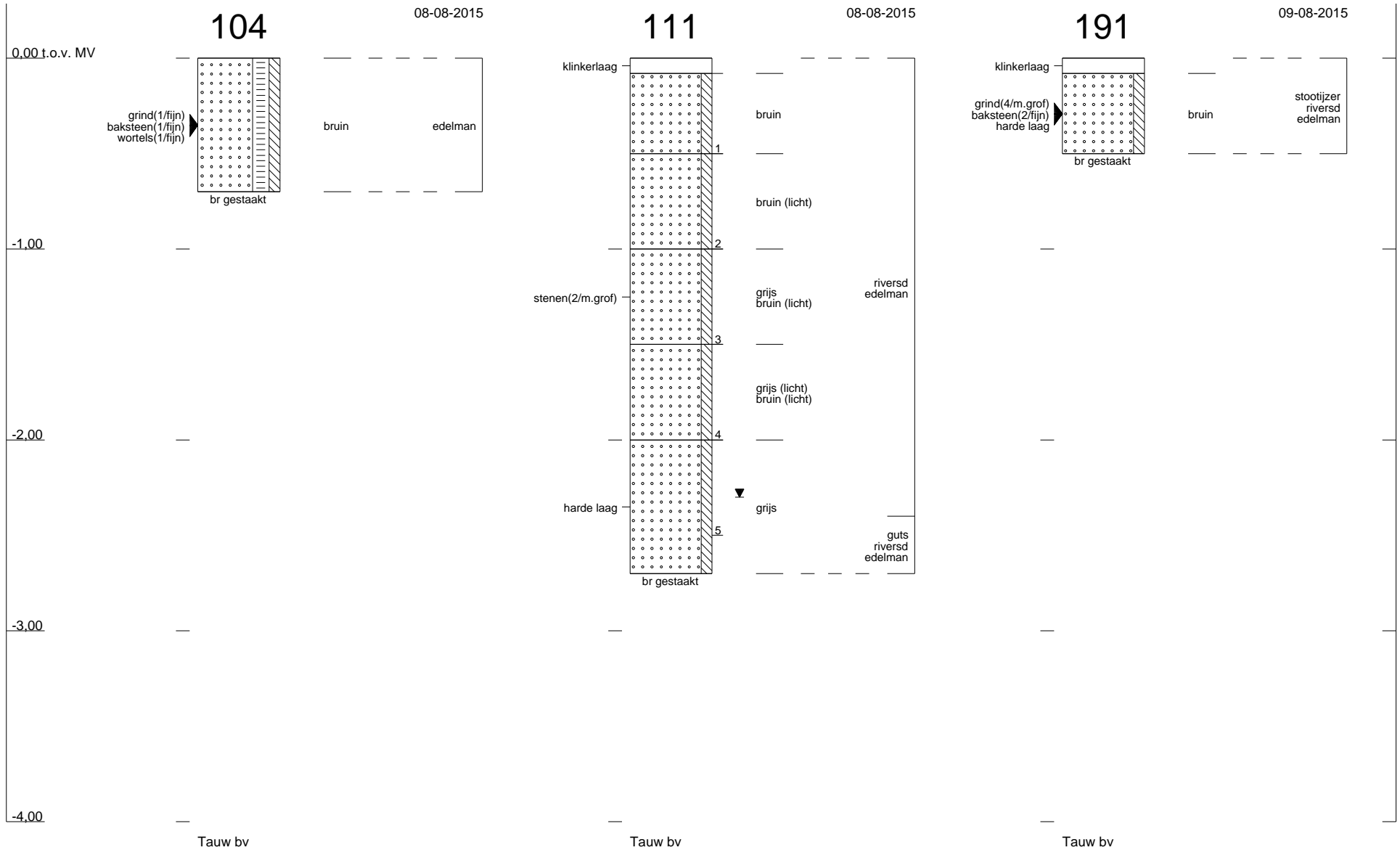












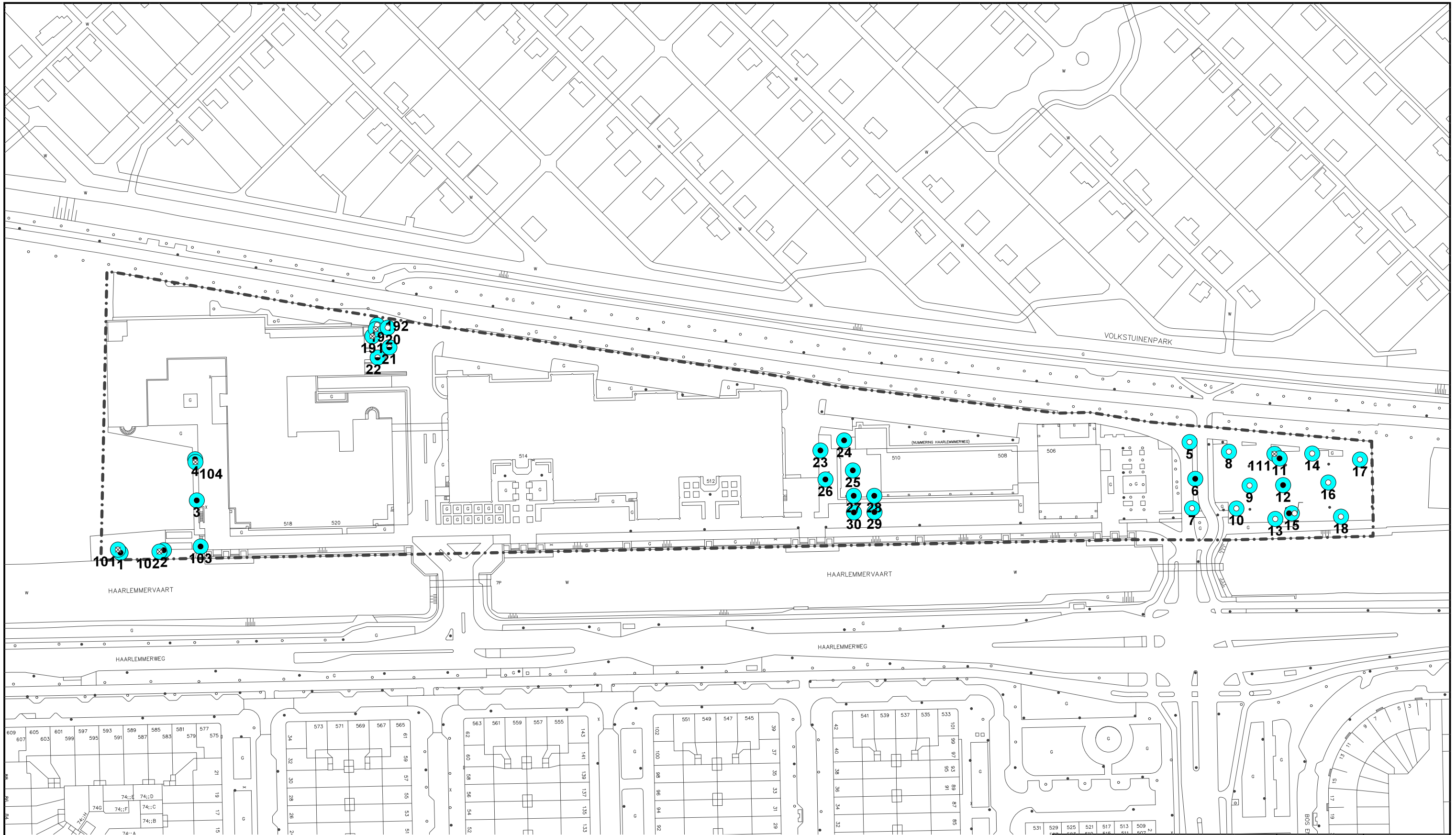


# Bijlage

## 3

Situering boringen gezet door Tauw





- Boring
- ⊗ Boring gestaakt
- Boring tot 0,5 m
- Boring tot 1 meter
- Peilbuis
- Monsterpunt
- Locatie



Oprichtgever Van Riezen & Partners	Schaal 1 : 1.250	Status Definitief
Project BO Haarlemmerweg 506-520 te Amsterdam	Formaat A3 297x420	Projectnummer 1232223
Onderdeel Situering monsterpunten (overzicht)	Dat. 10.8.2015 12:00	Tekeningnummer P00012
	Getek. <b>TEGSIS</b>	
	Gec. jfk	





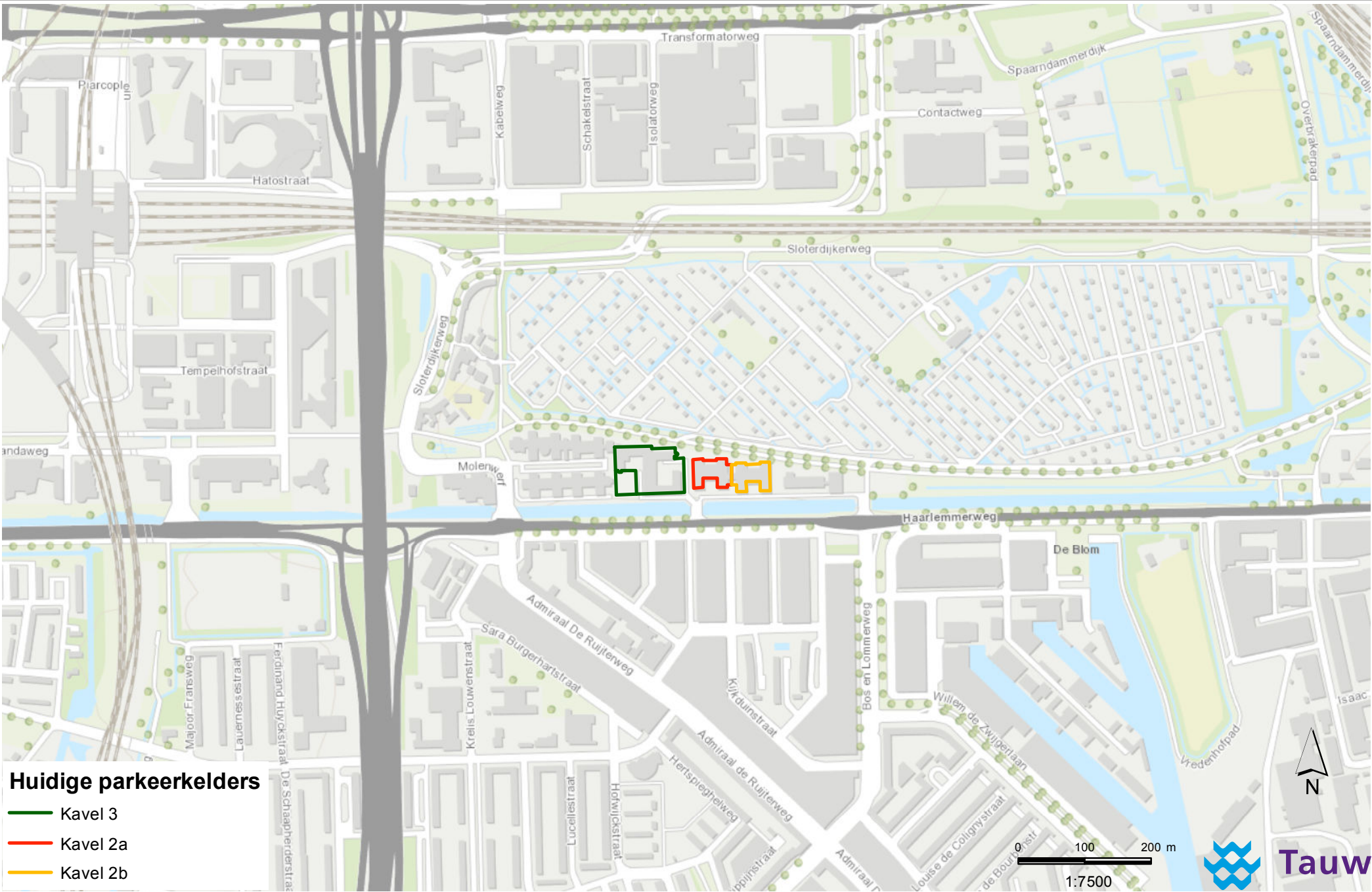
# Bijlage

## 4

Situering huidige parkeerkelders



# Huidige parkeerkelders





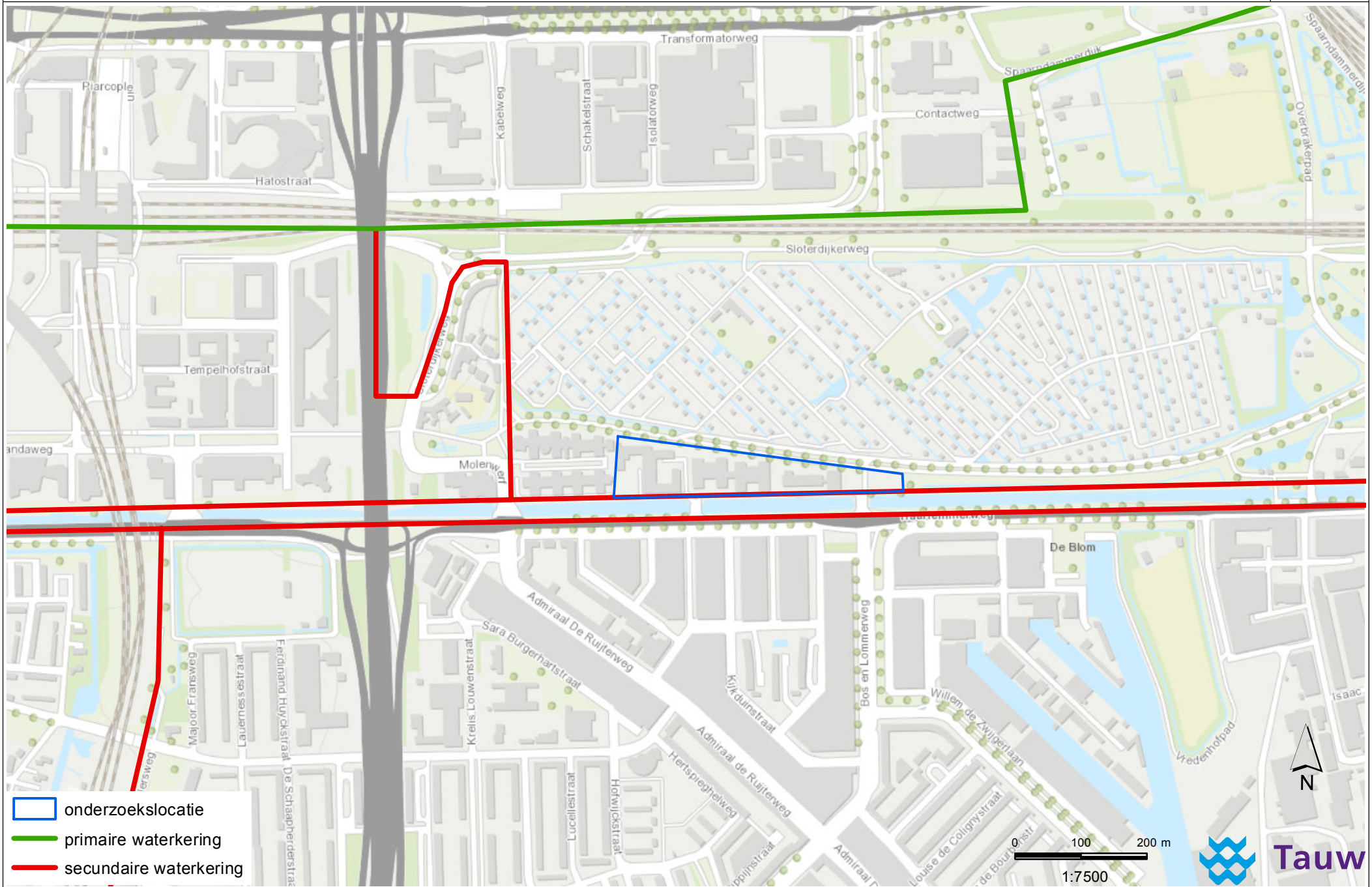
# Bijlage

## 5

Situering secundaire en primaire waterkeringen



# Primaire en secundaire waterkeringen







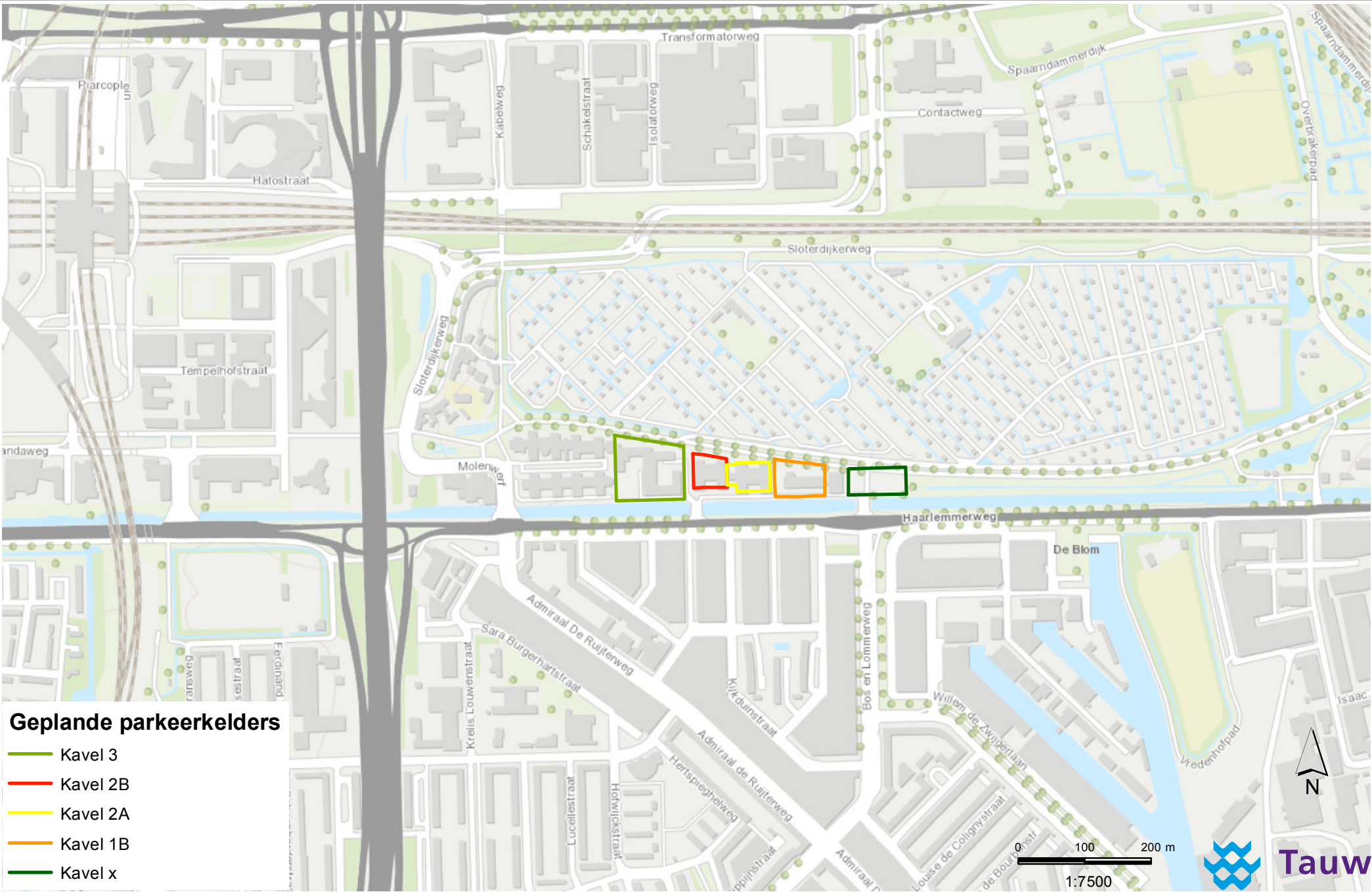
# Bijlage

## 6

Situering geplande parkeerkelders en kavel-codes



# Geplande parkeerkelders



## Geplande parkeerkelders

- Kavel 3
- Kavel 2B
- Kavel 2A
- Kavel 1B
- Kavel x





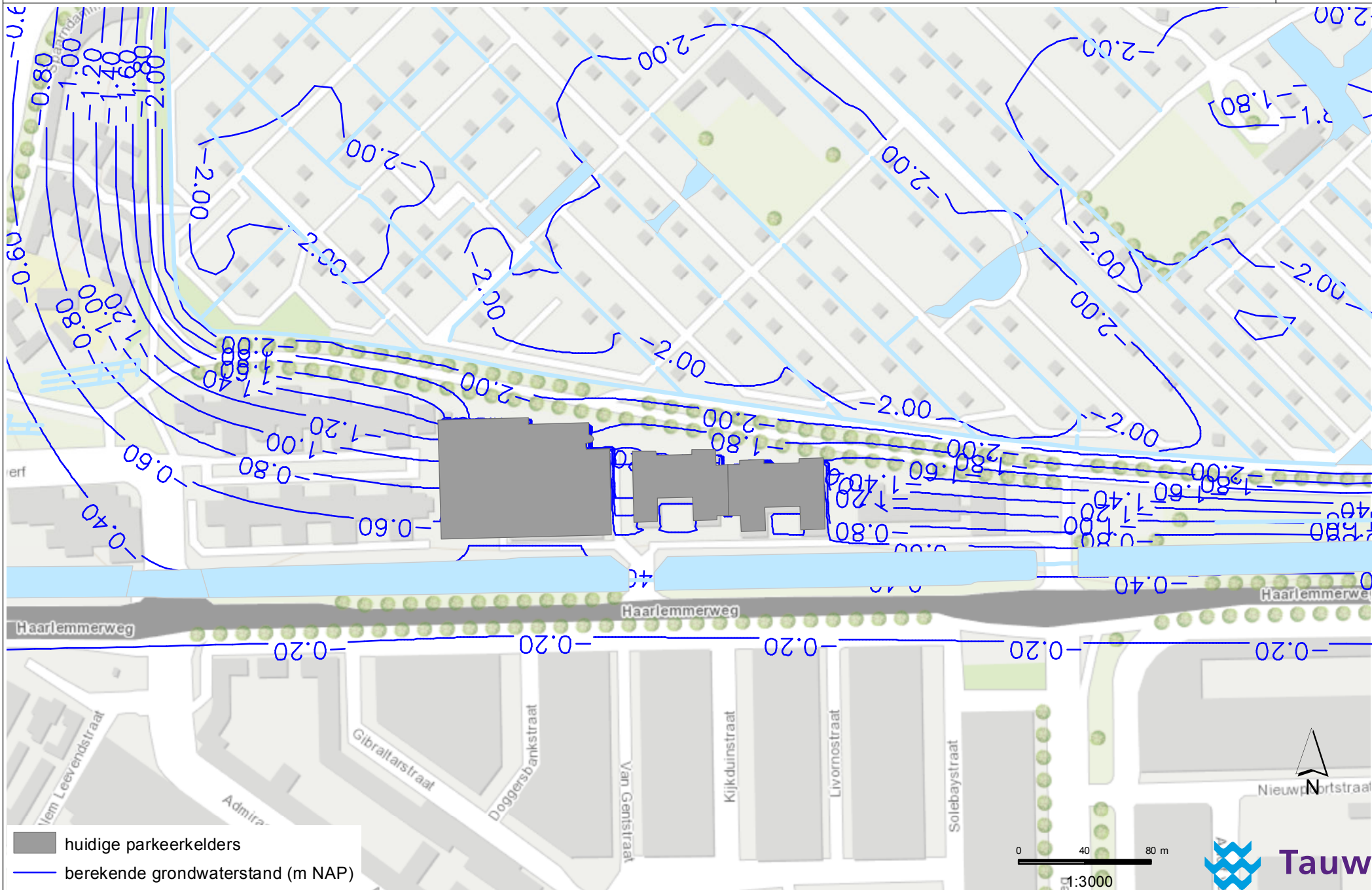
# Bijlage

## 7

Berekende freatische grondwaterstand



# Berekende grondwaterstanden in huidige situatie



- huidige parkeerkeizers
- berekende grondwaterstand (m NAP)







# Bijlage

## 8

Verandering in grondwaterstand in het freatisch pakket bij normale neerslag



# Verandering in grondwaterstand in het freatisch pakket bij normale neerslag





# Bijlage

## 9

**Verandering in stijghoogte in het wadzandpakket bij normale  
neerslag**



# Verandering in stijghoogte in het wadzandpakket bij normale neerslag

