

5 Bestaande milieutoestand, autonome ontwikkeling en gevolgen voor het milieu

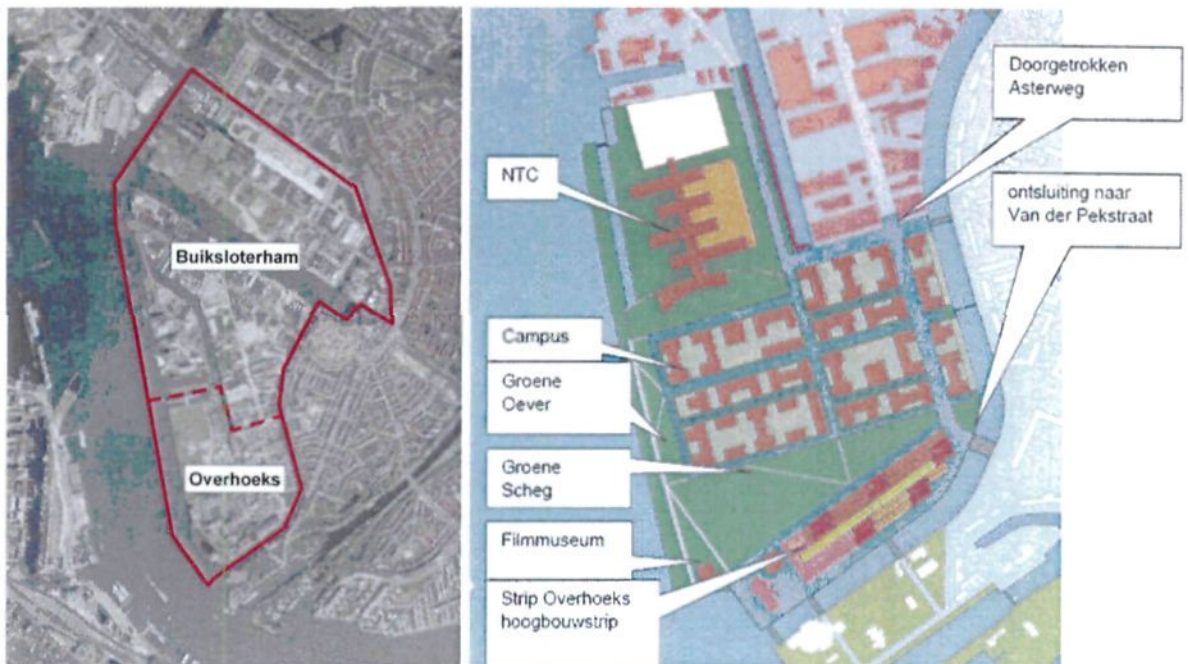
5.1 Studiegebied

Aan de noordelijke oever van het IJ ter hoogte van het Centraal Station in Amsterdam bevindt zich Overhoeks, het voormalige terrein van het Shell Research and Technology Centre Amsterdam (SRTCA). Overhoeks maakt onderdeel uit van de Buiksloterham. De gemeente Amsterdam en ING Real Estate zijn van plan de Buiksloterham te gaan herontwikkelen, om in een deel van de woningbehoefte van de stad te voorzien. Overhoeks is 27 hectare groot en beslaat het zuidelijk deel van de Buiksloterham (zie figuur 5.1).

Op het noordwestelijk deel van Overhoeks zal Shell het New Technology Centre (NTC) realiseren, met een oppervlakte van 7 hectare. Op de overige 20 hectare ontwikkelt ING Real Estate samen met de Gemeente een stedelijk gebied, bestaande uit drie delen (zie figuur 5.1):

- Campus: Dit gebied bevindt zich centraal op het Overhoeks terrein. De functie van de te realiseren bebouwing zal in hoofdzaak wonen zijn;
- Strip Overhoeks / hoogbouwstrip: Op het zuidelijk deel van het terrein, langs het Buiksloterkanaal, zijn vijf hoogbouwtorens met onderbouw gepland;
- Scheg en Oeverpark: Deze gebiedsdelen zullen worden ingericht met openbaar groen. De Scheg is een driehoekig gebied tussen de Campus en de Strip Het Oeverpark is een groenstrook die zich langs de westzijde van het terrein aan de oever van het IJ bevindt.

Het Overhoeks terrein zal gefaseerd worden ontwikkeld. Voor meer informatie over de fasering wordt verwezen naar paragraaf 3.1.



Figuur 5.1 Ligging projectgebied en deelgebieden volgens het Stedenbouwkundig Plan (Bron: MER Herinrichting Buiksloterham/Overhoeks te Amsterdam)

Oriënterende berekeningen geven aan dat de invloed van het te realiseren koude-/warmteopslagsysteem in het derde watervoerende pakket niet verder dan 3 km van de locatie zal reiken voor het alternatief waarvoor vergunning zal worden aangevraagd (alternatief 3). Voor de inventarisatie van belangen in de omgeving is een straal van 2 km rond de locatie aangehouden. Buiten deze straal zijn de effecten van de koude-/warmteopslag zeer klein.

Infrastructurele werken

In de omgeving van Overhoeks zijn enkele belangrijke infrastructurele werken aanwezig, waaronder het Centraal Station, de IJ-tunnel en de tunnel van de Noord/Zuidlijn. Figuur 5.2 geeft de belangrijkste infrastructurele werken in de omgeving op kaart weer.

Volgens website over de Noord/Zuidlijn van de gemeente Amsterdam is de methode van aanleg van de tunnel van de Noord/Zuidlijn gelijk aan die van de IJ-tunnel zo'n dertig jaar geleden. De tunneldelen (caissons) worden in een bouwdok gebouwd, naar de juiste plek in het IJ gesleept en vervolgens afgezonken in een vooraf gegraven sleuf in de bodem. De tunnel komt in het IJ op een diepte van 18 meter te liggen. De tunnel bevindt zich in (de onderzijde van) de deklaag. Figuur 5.3 geeft het tracé weer van de Noord/Zuidlijn.



Figuur 5.3 Tracé Noord/Zuidlijn (Bron: Website Gemeente Amsterdam)

Gevoelige bebouwing

Via de internetsite van de provincie Noord-Holland is de Cultuurhistorische Waarden Kaart geraadpleegd. Figuur 5.4 geeft de locaties van de rijksmonumenten in de omgeving weer. Twee rijksmonumenten (Tolhuis en Politiebureau) liggen op korte afstand aan de zuidzijde van Overhoeks. In bijlage 4 is meer informatie over deze monumenten opgenomen.

Overhoeks wordt beschouwd als beschermd stadsgezicht met infrastructuur van stedenbouwkundige -, architectonische - en cultuurhistorische betekenis [Lit. 2]. Op het Overhoeks terrein zelf zijn geen gemeente- of rijksmonumenten aanwezig. Wel is een aanvraag ingediend om twee gebouwen (Groot Laboratorium en Nieuw Laboratorium) op de Rijksmonumentenlijst. Het gebouw Overhoeks en het Groot Laboratorium zullen behouden blijven. Voor Nieuw Laboratorium stond ten tijde van de MER Herinrichting Buksloterham/Overhoeks [Lit. 3] nog niet vast of integratie in de nieuwe stedenbouwkundige structuur haalbaar zou zijn.

Houten palen

Door de "slappe bodem" is het in Amsterdam nauwelijks mogelijk om stenen huizen te bouwen zonder daarvoor funderingspalen te gebruiken. Volgens de website van de gemeente Amsterdam is het gebruik van houten palen na de tweede wereldoorlog vervangen door betonnen palen. Ook werden de palen ook tot grotere diepte geplaatst (voorheen tot de eerste zandlaag op ca. 11 m en sindsdien tot de tweede zandlaag op ca. 20 m). Voor grote gebouwen worden de palen zelfs tot de derde zandlaag op ca. 60 m diepte aangebracht.



Figuur 5.4 Overzicht archeologische waarden en (rijks)monumenten in omgeving

Gezien de ouderdom van de bebouwing in de omgeving dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van houten palen. Houten palen zijn gevoelig voor grondwaterstandveranderingen. Met name bij verlagingen van de grondwaterstand is er kans op paalrot.

Archeologische waarden

Via de internetsite van de provincie Noord-Holland is de Cultuurhistorische Waarden Kaart geraadpleegd. Figuur 5.4 toont een overzichtskaart, waarop de archeologische waarden in de omgeving zijn aangegeven. De meest nabijgelegen objecten zijn het centrum van de stad en de Buiksloterdijk met een hoge archeologische waarde. De kortste afstand tussen Overhoeks en het aangegeven gebied in het centrum is 400 m. De kortste afstand tussen Overhoeks en de Buiksloterdijk is 1.300 m.

Op 30 en 31 maart 2004 is op het zuidelijke gedeelte van het terrein (gebied ten zuiden van het Polymerencentrum (Shellgebouw 303) en ten westen van het gebouw voor Technische Diensten (Shellgebouw 305)) een archeologische sondering uitgevoerd door de afdeling Archeologie van het bureau Monumenten & Archeologie (bMA) van de gemeente Amsterdam in opdracht van Shell International Chemicals B.V.. Naar aanleiding van de bevindingen van deze sondering is geconcludeerd dat er geen archeologische overblijfselen te verwachten zijn in het gebied [Lit. 4].

Volgens de MER Herinrichting Buiksloterham/Overhoeks [Lit. 3] zouden er overigens nog wel archeologische resten aanwezig kunnen zijn, namelijk van:

Het Galgenveld (ten zuiden van en onder de Overhoeks toren)

Hier zijn in de periode van 1409 tot 1795 lichamen van terechtgestelde misdadigers publiekelijk ten toon gesteld. Omstreeks 1650 werd een gemetselde put met galgen gebouwd, een zogenaamde knekelput, die tot 1795 in gebruik is gebleven. Tijdens de aanleg van het gebouw Overhoeks en andere gebouwen op het terrein zijn de sporen van de knekelput waarschijnlijk verdwenen.

Stoomgemaal Buiksloterham (ten noorden van de Overhoeks toren)

In de periode 1851-1908 heeft aan de (voormalige) Grasweg een stoomgemaal gestaan, waarmee de Buiksloterhampolder werd bemalen. Mogelijk zijn hiervan nog sporen aanwezig in de ondergrond.

Aardkundige waarden

Binnen een straal van 2 km van de locatie zijn volgens het Provinciaal Waterplan Noord-Holland 2006-2010 [Lit. 5] geen aardkundige waarden of aardkundige monumenten aanwezig.

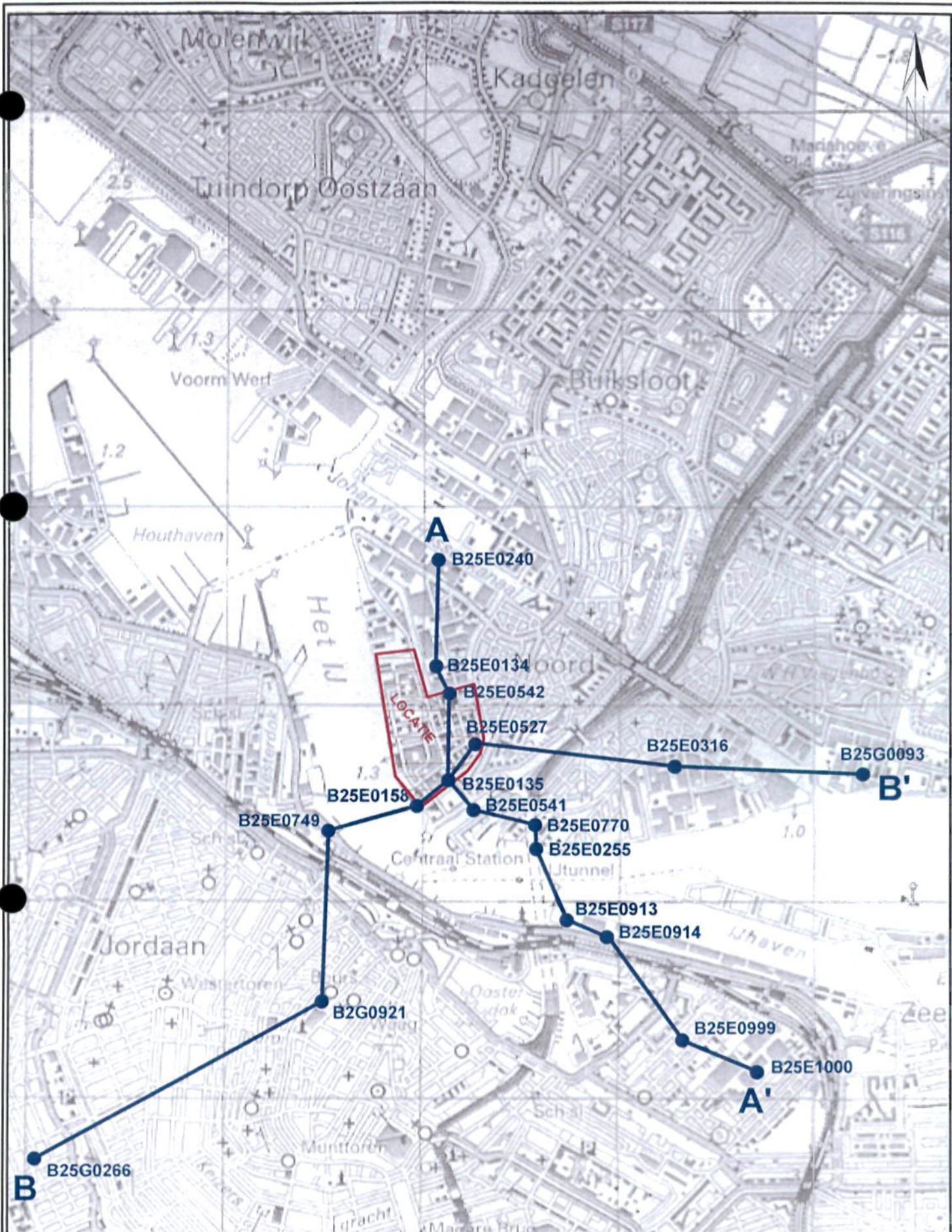
5.2 Bodem en water

5.2.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw in de directe omgeving van de locatie is beschreven op basis van de volgende gegevens:

- a. Boorbeschrijvingen die door TNO Bouw en Ondergrond ter beschikking zijn gesteld;
- b. Boorbeschrijvingen van bron W1 van de koude-/warmteopslag voor de Passenger Terminal op circa 1.200 m ten zuidoosten van het voormalig Shell terrein (zie bijlage 5);
- b. Boorbeschrijvingen van de koude bronnen van het koude-/warmteopslagproject Oosterdokseiland, op circa 1.200 m ten zuid-zuidoosten van het voormalig Shell terrein (zie bijlage 5);
- c. De Grondwaterkaart van Nederland, blad 24, 25 West en 25 Oost [Lit. 6];
- d. Het Grondwaterplan van de provincie Noord-Holland [Lit. 7, 8];
- e. Informatie uit REGIS Noord-Holland;
- f. MER Herinrichting Buiksloterham/Overhoeks [Lit. 3];
- g. Raamsaneringsplan Herontwikkeling Shell-terrein [Lit. 9];

Op basis van deze gegevens is in tabel 5.1 een schematisatie van de bodemopbouw gemaakt. De benaming van de verschillende lagen is ontleend aan REGIS. Verder zijn twee geohydrologische profielen samengesteld, die zijn weergegeven in de figuren 5.5 (ligging profiellijnen en gebruikte boringen), 5.6a (profiel A - A') en 5.6b (profiel B - B').



Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A 11-08-2006
B

Onderwerp: Ligging van de geohydrologische profielen A-A' en B-B'

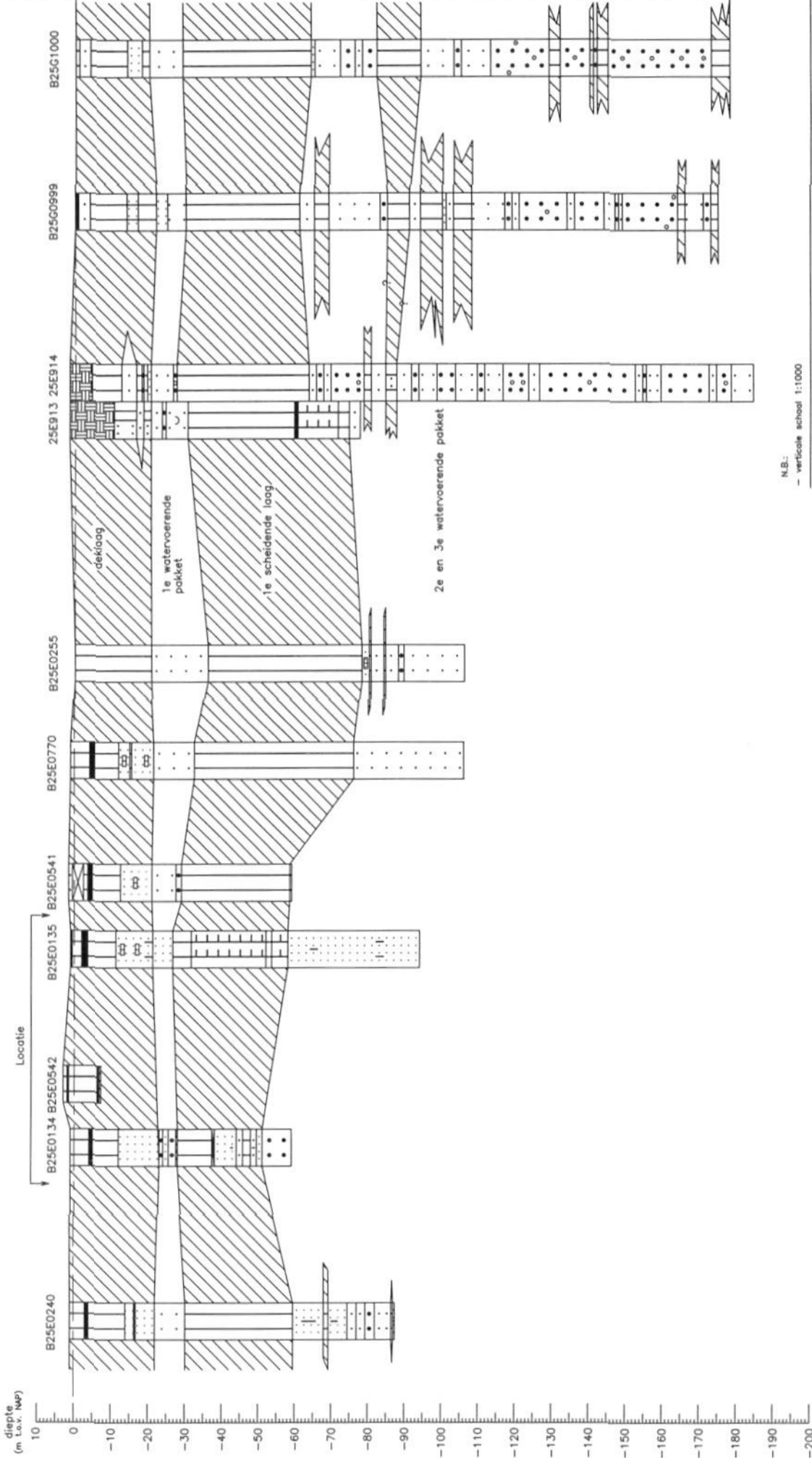
Figuur: 5.5 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek: NS Schaal: 1:25.000 Maat: Form: A4



NW

ZO



N.B.:
 - verticale schaal 1:1000

Project: MER koude-/warmeopslag
 Overhoeks te Amsterdam
 Datum: A 11-08-2006
 B.

Onderwerp: Geohydrologisch profiel A-A'

Figuur: 5.6a
 Status: definitief
 Referentie: 55322/BZ
 Schaal: NS
 Bestand: MER
 Mest: Pym Form.A3



ZW

diepte
(m t.o.v. NAP)



Locatie

B25G0266

B25G0921

B25E0749

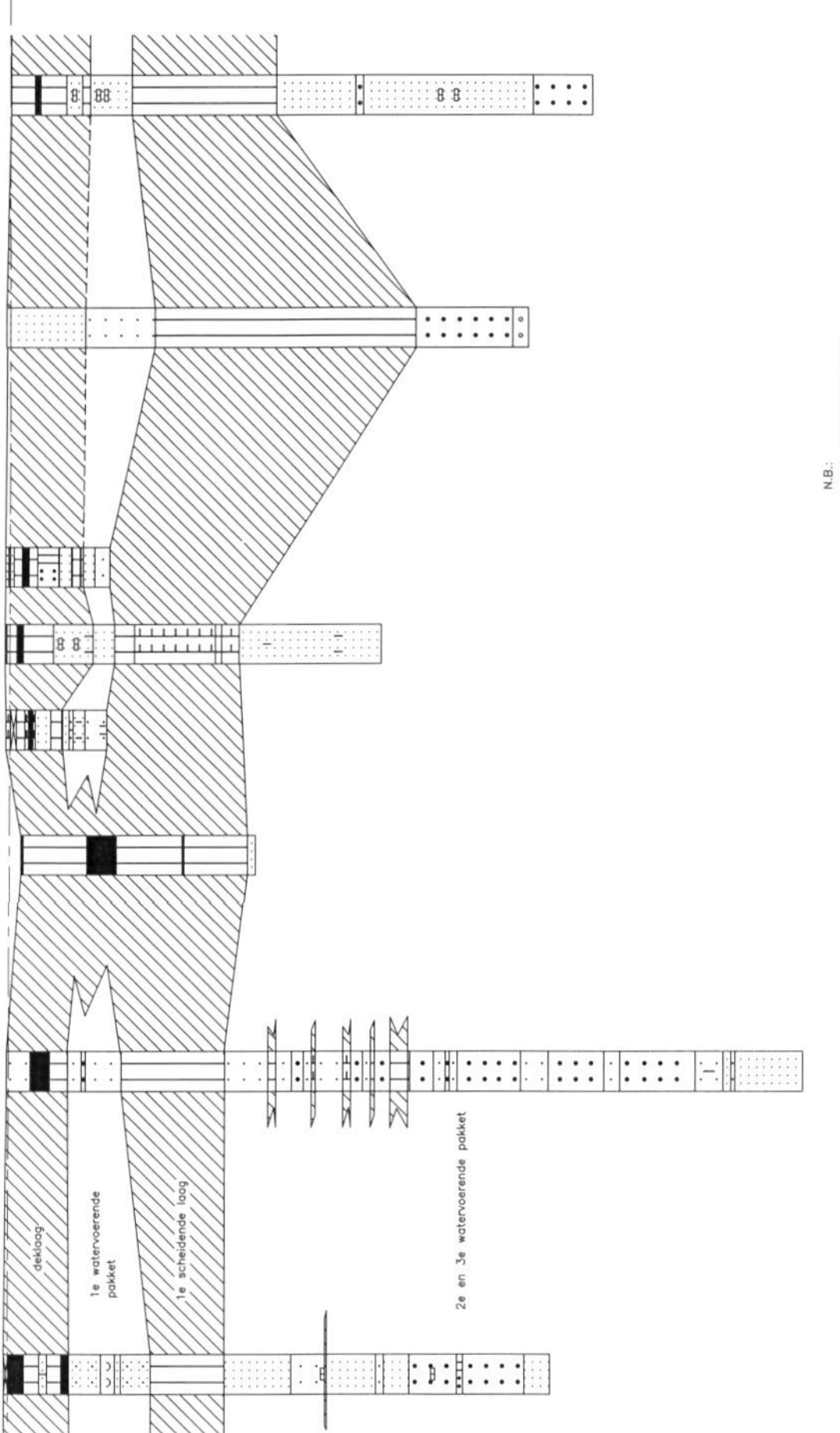
B25E0158

B25E0135

B25E0527

B25E0316

B25E0093



N.B.:
- verticale schaal 1:1000

Datum:
A 11-08-2008
B

Project: MER koudeopslag-/warmeopslag
Overhoeks te Amsterdam

Onderwerp: Geohydrologisch profiel B-B'

Figuur: 5.0b Status: definitief Studium: MER
Referentie: 5532Z/BZ Getek.: NS Schaal: - Form.:A3



	opgebrachte grond		zwak slibhoudend
	onbekend		slibhoudend
	grind		sterk slibhoudend
	uiterst grof t/m grof zand (2000 um - 300 um)		kei
	matig grof t/m matig fijn zand (300 um - 150 um)		leem
	fijn t/m uiterst fijn zand (150 um - 50 um)		veen
	afwisseling zand- en kleilagen		zandige klei
	zandig grind		mergelige kalken
	kalksteen		humuus

BIJMENGING

	veenbrokjes		veel veenbrokjes
	kleibrokkjes		veel kleibrokkjes
	schelpen		veel schelpen
	stenen		veel stenen
	grind		veel grind
	plantenresten		veel plantenresten
	goed doorlatend		vuursteen
	matig doorlatend		veel vuursteen
	Slecht doorlatend		met kleilaagjes
			houtresten

Project: MER koudeopslag-/warmteopslag
Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A: 11-08-2006
B:

Onderwerp: Legenda geohydrologisch profiel

Figuur: 5.6c Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek.: NS Schaal: - Maat: - Form.: A4



Tabel 5.1 Schematisatie van de bodemopbouw

diepte [m-mv]*	lithologie	formatie	geohydrologische benaming
0 - 20	klei en veen met een zandlaag	Westland	deklaag
20 - 30	fijn tot matig grof zand	Twente, Kref-tenheye, Eem	1 ^o watervoerende pakket
30 - 60	klei, leem, fijn slibhoudend zand	Eem, Drente	1 ^o scheidende laag
60 - 95	fijn tot grof zand	Urk, Sterksel, Enschede, Harderwijk	2 ^o watervoerende pakket
95 - 180	overwegend grof zand, soms grindhoudend	Harderwijk	3 ^o watervoerende pakket
180 - 200	fijn zand	Harderwijk	
> 200	afwisseling van kleilagen en fijne tot matig grove slibhoudende zanden	Harderwijk, Maassluis	hydrologische basis

* Het maaiveld bevindt zich momenteel op ongeveer 1 m+NAP (in de toekomst wordt het maaiveld bij de Campus opgehoogd tot circa 3,2 m+NAP).

De eerste meters van de bodem zijn sterk beïnvloed door de mens. Zo bestaat de bovenste 1 à 2 m van het bodemprofiel uit een ophooglaag die door de mens is aangebracht. Verder bestaat het terrein deels uit gedempte waterwegen. Op deze plaatsen is de bodem tot maximaal 4 meter diepte beïnvloed.

In de schematisatie is de deklaag tot een diepte van 20 m-mv opgenomen. Het is bekend dat in Amsterdam vanaf ongeveer 11 m-mv een zandlaag van enkele meters dikte voorkomt. Deze zandlaag werd in het verleden gebruikt als basis voor de houten palen om de woningen op te funderen. Op de locatie bevindt deze zandlaag zich volgens het raamsaneringsplan tussen 13,5 en 16 m-mv. Onder de zandlaag is een kleilaag of kleiige zandlaag aanwezig, die op de locatie tussen 16 en 20 m-mv ligt. De zandlaag (13,5-16 m-mv) wordt ook wel gezien als het bovenste deel van het eerste watervoerende pakket. Voor de geohydrologie van de geplande koude-/warmteopslag is deze zandlaag niet van betekenis en is daarom beschouwd als onderdeel van de deklaag.

In de voorlaatste ijstijd (Saale ijstijd of Riss ijstijd; 240.000 - 180.000 jaar geleden) heeft op de locatie een landijstong gelegen, waardoor een glaciaal bekken is gevormd. Na het terugtrekken van het landijs is het bekken opgevuld met klei. Deze klei is nog altijd aanwezig en vormt momenteel de eerste scheidende laag. De locatie bevindt zich in het westelijk deel van het glaciaal bekken. De rand van het bekken bevindt zich op 3 à 4 km naar het westen. Hier is de eerste scheidende laag dan ook aanzienlijk dunner.

Op de locatie is geen aaneengesloten scheidende laag aanwezig tussen het tweede en het derde watervoerende pakket. Derhalve kunnen het tweede en het derde watervoerende pakket als één geheel beschouwd worden, het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket. Op de locatie zou volgens REGIS overigens wel sprake zijn van een tweede scheidende laag.

5.2.2 Geohydrologische parameters

Deklaag

In het raamsaneringsplan is voor de weerstand van de lagen tot 20 m-mv uitgegaan van 11.500-13.500 d. Voor de deklaag geeft het Grondwaterplan [Lit. 7, 8] een weerstand groter dan 10.000 d. Aan de overzijde van het IJ ligt de weerstand volgens het Grondwaterplan tussen 5.000 en 10.000 d. Ook binnen enkele kilometers van de locatie ligt de weerstand van de deklaag in deze twee categorieën. REGIS geeft geen informatie over de weerstand van de deklaag. Op basis van een artikel van TNO [Lit. 10] is de weerstand van de deklaag op de locatie aanzienlijk lager, namelijk ongeveer 2.000 d.

In deze studie is een weerstand van 10.000 d aangehouden voor de deklaag. Bij de extra modelberekeningen in het kader van de gevoeligheidsanalyse (zie paragraaf 6.2.2 en 6.2.3) is ook een berekening uitgevoerd met een waarde van 2.000 d.

Eerste watervoerende pakket

Ter hoogte van de IJ-tunnel zijn twee pompproeven gedaan in het eerste watervoerende pakket, ter plaatse van beide uiteinden van de tunnel. Uit de interpretatie van deze proeven is voor het eerste watervoerende pakket een doorlaatvermogen van 160 m²/d respectievelijk 265 m²/d bepaald. De gemiddelde doorlatendheid komt daarmee op ongeveer 16 m/d. Op de locatie is de dikte van het eerste watervoerende pakket ongeveer 10 m. Voor het eerste watervoerende pakket op de locatie is daarom een doorlaatvermogen van 160 m²/d aangehouden. Dit komt overeen met de gegevens uit REGIS, waarin voor het eerste watervoerende pakket een doorlaatvermogen van 190 m²/d wordt gegeven.

Eerste scheidende laag

De weerstand van de eerste scheidende laag hangt met name af van de dikte van de kleilagen die in het glaciaal bekken zijn afgezet. Het voormalig Shell terrein ligt op ongeveer 3 km van de westrand van het glaciaal bekken. Op de locatie ligt de weerstand volgens REGIS tussen 25.000 en 100.000 d. In westelijke richting neemt de weerstand af. Op ongeveer 2 km ten westen van de locatie ligt de weerstand nog op circa 15.000 d. Op 3 km westelijk van de locatie is de weerstand afgenomen tot circa 2.000 d. Ook ongeveer 1 km ten oosten van de locatie is de weerstand van de eerste scheidende laag relatief laag, namelijk tussen 2.500 en 10.000 d. Het Grondwaterplan en de Grondwaterkaart geven geen informatie over de weerstandswaarde van de eerste scheidende laag.

Voor de locatie is in dit rapport een weerstandswaarde van 25.000 d aangehouden. In het kader van de gevoeligheidsanalyse is ook model doorgerekend met een waarde 5.000 d.

Tweede watervoerende pakket

Volgens REGIS ligt de gemiddelde doorlatendheid van het tweede watervoerende pakket op ongeveer 15 m/d. Op basis van de korrelgrootteverdeling uit de proefboring bij het koude-/warmteopslag-project Passenger Terminal is een gemiddelde horizontale doorlatendheid van 25 m/d ingeschat voor het tweede watervoerende pakket. In deze studie is uitgegaan van een gemiddelde doorlatendheid van 20 m/d voor het tweede watervoerende pakket. Het doorlaatvermogen komt daarmee op 700 m²/d.

Derde watervoerende pakket

In de bronnen van het project Passenger Terminal zijn capaciteitsproeven uitgevoerd. Interpretatie van de capaciteitsproeven geeft gemiddelde doorlatendheden van respectievelijk 37, 40, 45 en 49 m/d. Op basis hiervan ligt de gemiddelde doorlatendheid op 43 m/d. In dit rapport is uitgegaan van een gemiddelde doorlatendheid van 40 m/d voor het traject 95-180 m-mv. Het doorlaatvermogen van dit traject is 3.400 m²/d.

Hieronder is het sediment duidelijk fijner en is de doorlatendheid lager. Op basis van de korrelgrootteverdeling uit de proefboring bij het koude-/warmteopslag-project Passenger Terminal is voor dit gedeelte een gemiddelde horizontale doorlatendheid van 10 m/d ingeschat. Het traject van 180 tot 200 m-mv heeft een doorlaatvermogen van 200 m²/d. Het totale doorlaatvermogen van het derde watervoerende pakket komt daarmee uit op 3.600 m²/d.

Volgens REGIS is het doorlaatvermogen aanmerkelijk lager, namelijk circa 1.620 m²/d bij een gemiddelde doorlatendheid van 12 m/d. Hoewel bekend is dat de gemiddelde doorlatendheid van plek tot plek enigszins kan variëren, wordt deze lage waarde als niet reëel beschouwd. Er is dan ook uitgegaan van de lokale informatie.

De ervaring bij projecten in Amsterdam is dat de gemiddelde doorlatendheid in het derde watervoerende pakket tenminste 30 m/d bedraagt. Bij de gevoeligheidsanalyse is een extra berekening gedaan, waarbij een gemiddelde doorlatendheid van 30 m/d is aangehouden voor het traject 95-180 m-mv (doorlaatvermogen derde watervoerende pakket is dan 2.550 m²/d).

Interactie met oppervlaktewater

De locatie wordt aan de westzijde begrensd door het IJ (tot 11,5 m-NAP in het diepste gedeelte) en aan de zuid- en oostzijde door het Buiksloterkanaal (tot 3,5 m-NAP). Aan de noordzijde van de locatie ligt verder nog het uiteinde van het Tolhuiskanaal (tot 3,5 m-NAP). Ook op wat grotere afstand van de locatie is veel oppervlaktewater aanwezig.

Door de interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater zullen de hydrologische effecten van de koude-/warmteopslag worden gedempt. De interactie tussen grond- en oppervlaktewater kan worden meegenomen in hydrologische modellen door een gebiedsdekkende drainageweerstand op te geven. De drainageweerstand (in dagen) is globaal genomen gelijk aan de afstand tussen de waterlopen (in meters), uitgaande van een repeterend patroon van parallelle waterlopen. Een representatieve waarde voor de gemiddelde afstand tussen de waterlopen binnen een straal van enkele kilometers van de locatie is 300 m. Voor het voormalig Shell terrein en omgeving is op basis hiervan een gebiedsdekkende drainageweerstand van 300 d ingeschat. In de gevoeligheidsanalyse is tevens een hogere waarde van 1.000 d gebruikt, waarbij minder uitdemping van de hydrologische effecten in de deklaag en het eerste watervoerende pakket plaatsvindt.

Tabel 5.2 geeft een samenvatting van de geohydrologische parameters voor de verschillende lagen ter plaatse van het voormalig Shell terrein.

Tabel 5.2 Geohydrologische parameters

geohydrologische benaming	doorlaatvermogen [m ² /d]	weerstand [d]
drainageweerstand	-	300
deklaag	-	10.000
Eerste watervoerende pakket	160	-
Eerste scheidende laag	-	25.000
Tweede watervoerende pakket	700	-
Derde watervoerende pakket	3.600	-

5.2.3 Grondwaterstroming/grondwaterstand

Grondwaterstand

Het waterpeil in het IJ wordt volgens de topografische kaart van Nederland gehandhaafd op ongeveer 0,4 m-NAP in de winter en 0,2 m-NAP in de zomer. De grondwaterstand in de deklaag zal een fractie hoger liggen dan het peil in het IJ en wordt ingeschat op ongeveer 0 m t.o.v. NAP. Metingen van de grondwaterstand op 4 locaties langs de Asterweg geven aan dat de gemiddelde grondwaterstand varieert tussen -0,62 en +0,2 m ten opzichte van NAP [Lit. 3].

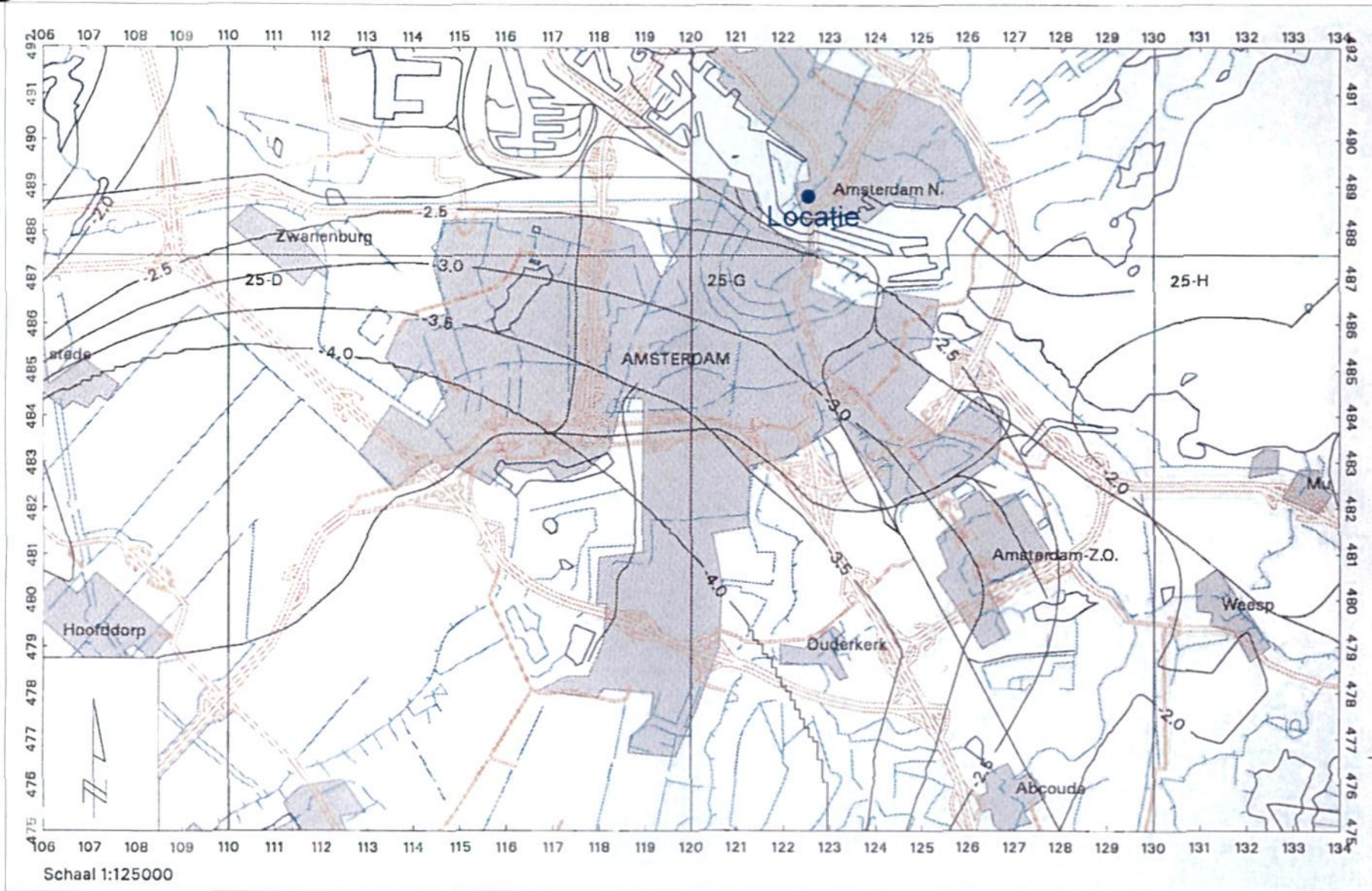
Het maaiveld ligt momenteel op circa 1 m+NAP. De grondwaterstand bevindt zich dus op ongeveer 1 m-mv. Het maaiveld bij de Campus zal tot ongeveer 3,2 m+NAP worden opgehoogd. De grondwaterstand ligt dan dus, afhankelijk van de locatie op het terrein, ergens tussen 1 m-mv en 3,2 m-mv.

Horizontale stroming

De regionale horizontale grondwaterstroming in het gecombineerde tweede watervoerende pakket is bepaald op basis van een isohypsenbeeld afkomstig uit REGIS. Het isohypsenbeeld is geconstrueerd op basis van stijghoogtemetingen geregistreerd op 28 april 1995 en is weergegeven in figuur 5.7a en 5.7b. Uit het isohypsenbeeld volgt dat het grondwater in zuidelijke richting stroomt. In deze richting neemt de stijghoogte in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket af met ongeveer 0,1 m per kilometer. Uitgaande van een effectieve porositeit van 35% en een gemiddelde horizontale doorlatendheid van 40 m/d, bedraagt de snelheid van de regionale grondwaterstroming in het derde watervoerende pakket ongeveer 5 meter per jaar.

Verticale stroming

De verticale grondwaterstroming wordt bepaald door de stijghoogten in de verschillende watervoerende pakketten en de grondwaterstand in de deklaag. De grondwaterstand ligt op ongeveer 0 m t.o.v. NAP. De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket ligt op basis van REGIS (gegevens van 28 april 1995) op ongeveer 1,9 m-NAP en de stijghoogte in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket op ongeveer 2,3 m-NAP. Zowel in de deklaag als in de eerste scheidende laag is sprake van een neerwaarts gerichte grondwaterstroming. Door de hoge weerstandswaarden voor zowel de deklaag als de eerste scheidende laag, is de verticale stroomsnelheid (20 cm/j voor de deklaag en 2 cm/j voor de eerste scheidende laag) echter gering.



Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

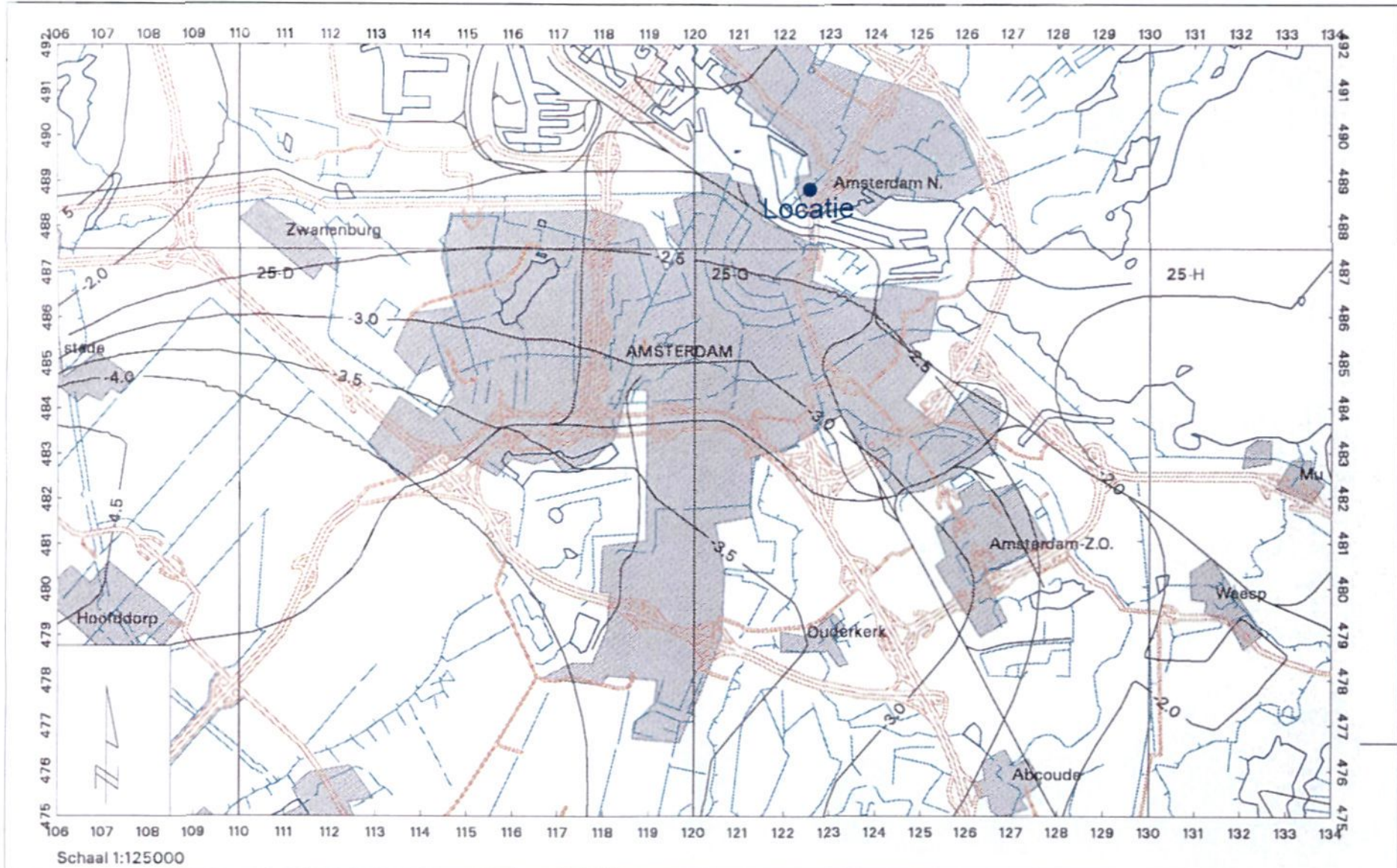
Datum:
A 11-08-2006
B -

Onderwerp: Isohysenpatroon 2e watervoerende pakket
(metingen van 28/04/1995) Bron: Regis-nh

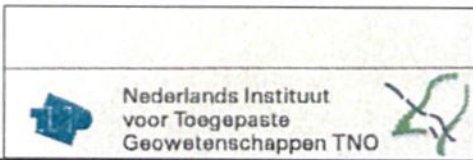
Figuur: 5.7a Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek.: NS Schaal: 1:125.000 Maat: Form.: A4





GWS_WVP3_STAND_95/4/28



Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam Datum: A: 11-08-2006 B: -

Onderwerp: Isohypsenpatroon 3e watervoerende pakket (m+NAP) (metingen van 28/04/1995) Bron: Regis-nh

Figuur: 5.7b Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Gelek: NS Schaal: 1:125.000 Maat: Form.: A4



5.2.4 Grondwaterkwaliteit en -temperatuur

In het kader van het project koude-/warmteopslag Passenger Terminal is een proefboring uitgevoerd en zijn grondwatermonsters genomen uit drie filters in het tweede en derde watervoerende pakket. De analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 6. Het chloridegehalte op 85, 130 en 175 m-mv is respectievelijk 2.200, 6.300 en 5.900 mg/l. Het grondwater in het tweede en derde watervoerende pakket is zout. Grondwaterkwaliteitsgegevens uit nabijgelegen peilbuizen geven aan dat ook het grondwater in het eerste watervoerende pakket zout is. Volgens REGIS ligt de overgang van zoet naar brak grondwater op 16 m-mv (in de deklaag) en de overgang van brak naar zout grondwater op 20 m-mv (aan de basis van de deklaag).

In de diepste peilbuis van de proefboring is een bodemtemperatuurmeting uitgevoerd (zie bijlage 7). Uit het temperatuurprofiel blijkt dat het grondwater in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket ter hoogte van het filtertraject een gemiddelde temperatuur heeft van circa 13 °C.

5.2.5 Andere grondwateronttrekkingen

Bij de provincie Noord-Holland is informatie opgevraagd over andere grondwateronttrekkingen in de omgeving. Volgens het toegezonden overzicht over het jaar 2005 zijn binnen een straal van 2 km van de locatie de onttrekkingen aanwezig die in tabel 5.3 zijn opgenomen.

Tabel 5.3 Andere grondwateronttrekkingen binnen 2 km van de locatie

naam van inrichting	ligging t.o.v. Vm. Shell Terrein	filterdiepte [m-mv]	vergunde hoeveelheid [m ³ /j]	hoeveelheid onttrokken in 2005 [m ³]
parkeerkelder NTC (bemaling)	op het terrein	onbekend	80.000	19.782
Shell (sanering)	op het terrein	onbekend	44.000	2.208
Van Leer (koeling)	overzijde van het Tolhuiskanaal	65-85	300.000	250.048
N/Z lijn Sixhaven (bemaling)	450 m ten Z	onbekend	97.000	15.753
Voorm. wasserij "De Lelie" (sanering)	700 m ten N	2-30	43.800	20.508
Westerdok (bemaling)	725 m ten W	3-4	8.760	10.520
Norwegian Talc B.V. (bemaling)	735 m ten N	onbekend	niet vermeld	174
project IJsei (spanningsbemaling)	765 m ten Z	16-26	niet vermeld	11.420
project IJsei (bemaling)	800 m ten Z	onbekend	60.000	250.520
La Grande Cour (bemaling)	815 m ten W	4-5	124.000	12.731
Passenger Terminal (koude-/warmteopslag)	1.150 m ten ZO	90-180	1.400.000	803.810
Oosterdokseiland (koude-/warmteopslag)	1.200 m ten ZZO	90-180	2.800.000	0 (nog niet in gebruik)

naam van inrichting	ligging t.o.v. Vm. Shell Terrein	filterdiepte [m-mv]	vergunde hoeveelheid [m ³ /j]	hoeveelheid onttrokken in 2005 [m ³]
Oosterdokseiland (bemaling)	1.200 m ten ZZO	4-14	189.000	143.340
Walmuur even zijde (bemaling)	1.400 m ten Z	onbekend	90.000	1.642
Walmuur oneven zijde (bemaling)	1.500 m ten Z	onbekend	90.000	2.918
vernieuwing deel brug 288 (bemaling)	1.600 m ten Z	onbekend	30.000	2.566
Stadsdeelwerf (industrieel)	1.650 m ten W	0-0 (?)	50.000	3.535
NDSM Werf (koude-/warmteopslag)	1.700 m ten NNW	65-120	360.000	0 (nog niet in gebruik)
bouw metrostation Rokin (bemaling)	1.750 m ten ZZW	onbekend	120.000	20
Marnixbad (bemaling)	1.900 m ten WZW	onbekend	26.000	1.409
Westergasfabriek (bemaling)	1.950 m ten W	onbekend	45.625	21.114

Een groot deel van de in tabel 5.3 genoemde onttrekkingen is tijdelijk (bronbemalingen). Ook de saneringen zijn vaak tijdelijk. Er zijn vier permanente onttrekkingen bekend, namelijk de koude-/warmteopslagsystemen van de Passenger Terminal, het Oosterdokseiland en de NDSM werf en de onttrekking ten behoeve van koeling door Van Leer. Net buiten de straal van 2 km bevinden zich nog twee andere koude-/warmteopslagsystemen, namelijk van het Stadhuis (2,1 km ten zuiden van de locatie; vergunning voor 950.000 m³/j) en van het Czaar Peter Complex/Eastsite (2,3 km ten zuidoosten van de locatie; vergunning voor 2.870.000 m³/j).

Op de locatie en in de omgeving zijn volgens het Provinciaal Waterplan Noord-Holland 2006-2010 [Lit. 5] geen grondwaterbeschermingsgebieden aanwezig. Het dichtstbijzijnde grondwaterbeschermingsgebied ligt op grote afstand (in de duinen ten westen van Haarlem).

5.2.6 Bodem- en grondwaterverontreinigingen

De navolgende informatie is gebaseerd op de informatie die is opgenomen in de MER Herinrichting Buiksloterham/Overhoeks [Lit. 3] en het raamsaneringsplan voor het Shell terrein dat is opgesteld door Grontmij [Lit. 9]:

Het hele Overhoeks terrein is tot ongeveer 2 m-mv licht tot sterk verontreinigd met zware metalen en in mindere mate met PAKs. Verder komen over het gehele terrein verontreinigingen met asbest voor. Al deze verontreinigingen zijn in de bodem immobiel. Daarnaast komen mobiele verontreinigingen voor die zich in het grondwater kunnen verspreiden. Aangetroffen zijn minerale olie, benzeen, xylenen, naftaleen en bestrijdingsmiddelen. Op het Overhoeks terrein zijn grondwaterverontreinigingen aanwezig, voornamelijk met minerale olie, benzeen en naftaleen. Deze verontreinigingen concentreren zich in de ophooglaag (0-2 m-mv) en de bovenste meters van de onderliggende kleilaag.

Het NTC-kavel is grotendeels gesaneerd. Het overige deel van het terrein zal door de verschillende betrokken partijen (Shell, Gemeente, projectontwikkelaar) worden gesaneerd. De sanering van de mobiele verontreinigingen zal zo worden uitgevoerd dat er geen verspreidingsrisico meer is.

Bij de gemeente Amsterdam is navraag gedaan naar de verontreinigingssituatie in de omgeving binnen een straal van 2 km van de locatie. Voor zover bij de Gemeente bekend, zijn er geen verontreinigingen doorgedrongen tot in het tweede watervoerende pakket.

5.3 Natuur en landschap

Beschermde gebieden

Volgens de internetsite van het Natuurloket (www.natuurloket.nl) zijn binnen een straal van 2 km van de locatie geen Vogelrichtlijn gebieden, Habitatrichtlijn gebieden of Natuurbeschermingswet gebieden aanwezig. Ook zijn in de omgeving geen gebieden aanwezig die vallen onder de Ecologische Hoofdstructuur of de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur [Lit. 11]. Ook de natuurdoelenkaart van de provincie Noord-Holland geeft geen natuurdoelen aan binnen 2 km van de locatie.

Ecologie

Ten behoeve van het projectbesluit is voor Overhoeks de ecologische situatie onderzocht. Hierbij zijn een aantal soorten aangetroffen die vallen onder de Habitatrichtlijn, de Flora- en Faunawet of op de Rode Lijst staan. Het betreffen de volgende soorten: Dwergvleermuis, Ruige Dwergvleermuis, Laatlief, Rivierprik, Rivierdonderpad, Grote Kaardebol, Tongvaren en de Zwanebloem.

Ook via het natuurloket is een inventarisatie gemaakt van de beschermde en bedreigde soorten per kilometerhok op en in de omgeving van Overhoeks. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de verschillende wetten en richtlijnen. In bijlage 8 is de volledige rapportage opgenomen. Overhoeks bevindt zich in 4 kilometerhokken. In deze kilometerhokken zijn soorten geregistreerd uit de soortgroepen Vaatplanten, Paddestoelen, Broedvogels, Watervogels en Dagvlinders. Hierbij moet worden opgemerkt dat alleen de Vaatplanten goed zijn onderzocht. De overige soortgroepen zijn matig, slecht of niet onderzocht.

Landschap

Voor de Noordelijke IJ-Oever is in 2003 een Cultuurhistorische effectrapportage uitgevoerd [Lit. 2], waarin onder andere de landschappelijke waarde van het gebied is beschreven. In de MER Herinrichting Buksloterham/Overhoeks [Lit. 3] is de belangrijkste informatie uit deze effectrapportage samengevat. Hieronder is de samengevatte informatie uit de MER Herinrichting Buksloterham/Overhoeks overgenomen:

"Overhoeks is als onderdeel van de Buksloterham tot medio negentiende eeuw een inham geweest tussen twee landtongen. In 1862 is de Buksloterham ingepolderd.

6 Milieu-effecten van de koude-/warmteopslag

6.1 Energieverbruik en emissies

Op basis van de energetische uitgangspunten, zoals weergegeven in paragraaf 4.1 zijn de milieueffecten in de vorm van de vermindering van primair energieverbruik en uitstoot van CO₂ berekend. Hierbij worden de onderzochte alternatieven vergeleken met de referentie variant waarbij de verwarming en koeling plaatsvindt met gasgestookte CV ketels en elektrisch aangedreven koelmachines.

Aangezien de belangrijkste variabele van de alternatieven de ruimtelijke situering van de bronnen betreft, zullen de onderlinge verschillen in de energievraag en -levering tussen de onderzochte alternatieven zeer beperkt zijn (ordegrootte <2%). Bovendien blijkt uit de gevoeligheidsanalyse die later in deze paragraaf is weergegeven, dat de invloed van het energetisch functioneren van het koude-/warmteopslagsysteem slechts een beperkte invloed heeft op de te behalen energiebesparing. Daarom worden in deze paragraaf de alternatieven met koude-/warmteopslag beschouwd als één alternatief, namelijk de "koude-/warmteopslag variant".

Het uitgangspunt voor de vergelijking is dat de energievraag voor de referentievariant gelijk is aan de energievraag voor de koude-/warmteopslag variant, waarbij verschillen in de energievraag, ten gevolge van verschillen in bouwkundige energiebesparende maatregelen tussen beide varianten, niet worden meegenomen.

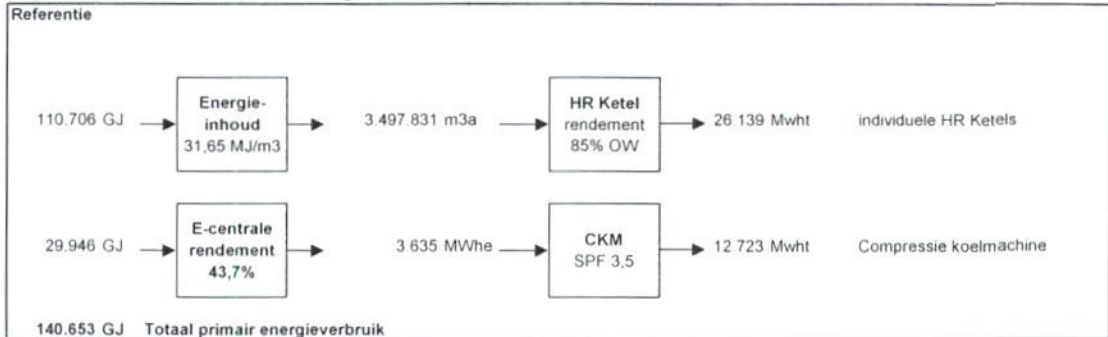
Voor het bepalen van de energiebesparing en de CO₂ emissiereductie zijn de uitgangspunten gehanteerd, zoals weergegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Uitgangspunten voor bepaling energiebesparing en CO₂ emissiereductie

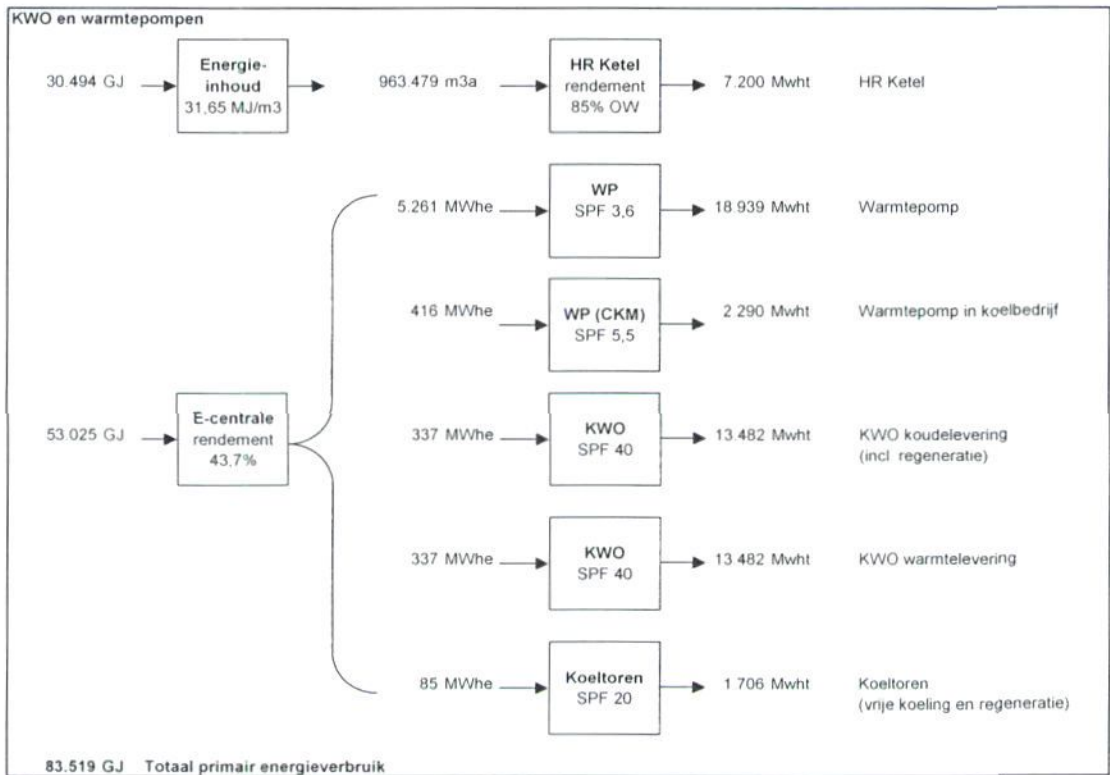
component	waarde	eenheid
rendement elektriciteitscentrale	43,7	% op onderwaarde
onderste verbrandingswaarde aardgas	31,65	MJ/m ³ aardgas
gemiddeld rendement CV ketels	85	% op onderwaarde
SPF compressie koelmachine	3,5	
SPF koude-/warmteopslag	40	
SPF warmtepomp	3,6	
SPF warmtepomp in koelbedrijf	5,5	
SPF regeneratiesysteem (koeltoren)	20	
CO ₂ emissiefactor elektriciteitsproductie	0,566	kg/kWh _e
CO ₂ emissiefactor aardgas verbranding	1,780	kg/m ³ aardgas

In figuur 6.1 is de berekening van het primair energieverbruik van de referentievariant weergegeven.

Figuur 6.1 Primair energieverbruik referentievariant



In figuur 6.2 is de berekening van het primair energieverbruik van de koude-/warmteopslag variant weergegeven.



Figuur 6.2 Primair energieverbruik koude-/warmteopslag variant

Aan de hand van de in figuur 6.1 en 6.2 weergegeven berekeningsresultaten is voor de referentievariant en voor de koude-/warmteopslag variant de CO₂ emissie berekend. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de energieverbruiken en de CO₂ emissies voor de beide varianten.

Tabel 6.2 Energieverbruiken en emissies

		referentie	koude-/warmteopslag
gasverbruik	m ³ /jaar	3.497.831	963.479
elektriciteitsverbruik	kWh _e /jaar	3.635.000	6.437.000
primair energieverbruik	GJ/jaar	140.653	83.519
CO ₂ -emissie	ton/jaar	8.284	5.358

Indien jaarlijks 12.723 MWh_t koude en 26.139 MWh_t warmte wordt geleverd bedraagt de besparing in primair energieverbruik circa 57.134 GJ/jaar (41%) ten opzichte van de referentievariant. De reductie in uitstoot van CO₂ bedraagt op jaarbasis 2.926 ton (35%).

Gevoeligheden

Om de gevoeligheid aan te tonen van de te behalen energiebesparing en CO₂ emissiereductie, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarbij in kaart is gebracht welke factoren van invloed zijn op de energiebesparing. Als basis voor de gevoeligheidsanalyse wordt de hierboven berekende energiebesparing (41%) en CO₂ emissiereductie (35%) gehanteerd. Afwijkingen in de energiebesparing als gevolg van de invloedsfactoren, worden als volgt gekwalificeerd:

- 1-5% afwijking = beperkte invloed
- 5-10% afwijking = significante invloed
- >10% afwijking = grote invloed

Variatie in energievraag

Toelichting: Voor het bepalen van de energiebehoefte is in deze fase van het project gebruik gemaakt van kentallen. De werkelijke energiebehoefte is mede afhankelijk van een aantal externe factoren, zoals weersinvloeden, gebruiksgedrag, leegstand, etc. Om de gevoeligheid van een eventuele variatie in de energiebehoefte op de energiebesparing aan te tonen, is een variatie van +/- 15% op de warmte- en koudevraag doorgerekend.

variatie:	energiebesparing (%)	CO ₂ emissiereductie (%)	invloed
koudevraag -15%	39	33	beperkt
koudevraag +15%	42	37	beperkt
warmtevraag -15%	42	37	beperkt
warmtevraag +15%	39	33	beperkt

Energetisch functioneren koude-/warmteopslaginstallatie

Toelichting: Het energetisch functioneren van een koude-/warmteopslaginstallatie kan beïnvloed worden door een aantal factoren, zoals de natuurlijke grondwaterstroming, de thermische beïnvloeding van de bronnen onderling, benodigde overdruk in het systeem, etc. Slechtere energetische prestatie leidt tot een lagere te behalen energiebesparing. Om de gevoeligheid hiervan op de energiebesparing aan te tonen, is de energiebesparing doorgerekend met een hogere en een lagere SPF (Seasonal Performance Factor) van de energieopslag.

variatie:	energiebesparing (%)	CO ₂ emissie-reductie (%)	invloed
SPF KWO = 30	39	34	beperkt
SPF KWO = 50	41	36	beperkt

Energetisch functioneren warmtepomp

Toelichting: Het energetisch functioneren van een warmtepomp is afhankelijk van een aantal factoren, zoals de constructie van de warmtepomp, de temperatuur-niveaus waarop de warmtepomp functioneert, de regelstrategie, de wijze van inregelen, etc. Slechtere energetische prestatie leidt tot een lagere te behalen energiebesparing. Om de gevoeligheid hiervan op de energiebesparing aan te tonen, is de energiebesparing doorgerekend met een hogere en een lagere SPF (Seasonal Performance Factor) van de warmtepomp.

variatie:	energiebesparing (%)	CO ₂ emissie-reductie (%)	invloed
SPF WP = 3,0	34	28	groot
SPF WP = 4,2	45	40	significant

Bijdrage warmtepomp aan energieconcept

Toelichting: In een duurzame energievoorziening, waarbij gebruik wordt gemaakt van warmtepompen is het van belang dat de warmtepompen optimaal worden ingezet. Daarbij dient de warmtepomp het grootste deel van de basislast van de warmtevraag te leveren. Piekketels worden ingezet om aan de piekvraag te kunnen voldoen. Een kleinere bijdrage van de warmtepomp resulteert veelal in een grotere inzet van een piekkel. Dat gaat ten koste van de energiebesparing.

variatie:	energiebesparing (%)	CO ₂ emissie-reductie (%)	invloed
bijdrage warmtepomp -15%	36	32	groot
bijdrage warmtepomp +15%	44	37	significant

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat met name het energetisch functioneren van de warmtepomp en de bijdrage van de warmtepomp in het energieconcept een belangrijke invloed heeft op de te behalen energiebesparing.

Energiebesparing bij gelijkwaardige EPC

Uit bovenstaande berekeningen blijkt dat met koude-/warmteopslag een energiebesparing kan worden gerealiseerd van 41% ten opzichte van de referentievariant. De daarbij behorende reductie in uitstoot van CO₂ bedraagt jaarlijks 35%. Zoals eerder in deze paragraaf vermeld is het uitgangspunt hierbij dat de energievraag voor de referentievariant gelijk is aan de energievraag voor de koude-/warmteopslag variant. Verschillen in de energievraag ten gevolge van verschillen in bouwkundige energiebesparende maatregelen tussen beide varianten zijn daarbij buiten beschouwing gelaten.

De toepassing van energieopslag draagt bij tot het behalen van de vereiste energie prestatie coëfficiënt (EPC). Zoals aangegeven in paragraaf 4.4 voldoet de variant met energieopslag aan de vereiste EPC. De referentievariant voldoet, zoals blijkt in paragraaf 4.4, niet aan de vereiste EPC. Om de referentievariant te laten voldoen aan de vereiste EPC, zijn aanvullende energiebesparende maatregelen nodig.

Zoals aangegeven in paragraaf 3.3 is de warmtevraag van de woningen bepaald op basis van kentallen. Deze kentallen zijn afkomstig van de Novem rapportage "EPC en Energieverbruik Nieuwbouwwoningen (2004), Gemiddeld verbruik tussenwoning EPC $\leq 0,8$ ". Uitgangspunt daarbij is dat de woning wordt voorzien van gebalanceerde ventilatie met warmte terugwinning.

De EPC voor de koude-/warmteopslag variant voldoet aan de EPC-eis met gebruik van natuurlijke ventilatie met mechanische afzuiging. Het weglaten van gebalanceerde ventilatie met warmte terugwinning resulteert in een toename van 10% (inschatting) op de warmtevraag voor ruimteverwarming. Deze toename is meegenomen in de energetische uitgangspunten voor de koude-/warmteopslag variant.

Uitgaande van een gelijkwaardige EPC zal in de referentiesituatie uitgegaan moeten worden van gebalanceerde ventilatie met warmte terugwinning. Daarbij zal de warmtevraag voor ruimteverwarming in de referentiesituatie 10% lager zijn dan voor de koude-/warmteopslag variant.

Indien rekening wordt gehouden met een gelijkwaardige EPC tussen de referentie- en de koude-/warmteopslag variant bedraagt de besparing van de koude-/warmteopslag variant in primair energieverbruik circa 47.816 GJ/jaar (36%) ten opzichte van de referentievariant. De reductie in uitstoot van CO₂ bedraagt op jaarbasis 2.401 ton (31%).

6.2 Hydrologische effecten

6.2.1 Uitgangspunten

Beschrijving computerprogramma

Om de hydrologische effecten van de koude-/warmteopslag te berekenen, is gebruik gemaakt van het hydrologische softwarepakket MLPU (Multi Layer Program Unsteady state). Met MLPU kunnen zowel stationaire als niet-stationaire berekeningen worden uitgevoerd. Het programma berekent analytisch de stroming in afgesloten, gedeeltelijk afgesloten en freatische watervoerende pakketten. In het model wordt de bodemopbouw geschematiseerd tot (isotrope) watervoerende pakketten en scheidende lagen. In MLPU is in een watervoerend pakket alleen horizontale stroming mogelijk en in een scheidende laag alleen verticale stroming. Met MLPU kunnen alleen stijghoogten in de watervoerende pakketten berekend worden. Een stijghoogteberekening in een scheidende laag is niet mogelijk. MLPU is een gevalideerd modelprogramma. Informatie over MLPU is te vinden op het internetadres: http://ourworld.compuserve.com/homepages/philip_nienhuis/.

Schematisatie

De MLPU-berekeningen zijn uitgevoerd om inzicht te krijgen in de veranderingen van de grondwaterstand en de stijghoogten in de verschillende watervoerende pakketten ten gevolge van de koude-/warmteopslag. Tevens dient te worden bepaald tot welke afstand in de omgeving van de koude-/warmteopslag grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen merkbaar zijn. Dit is het zogenaamde invloedsgebied, dat wordt gedefinieerd als het gebied waar de berekende veranderingen groter zijn dan 5 cm.

De bodemopbouw in het model is gebaseerd op de geohydrologische schematisatie uit paragraaf 5.2.1. Uitgangspunt is dat de bodemopbouw geldt voor het totale gemodelleerde gebied. In tabel 6.3 is de schematisatie voor het grondwatermodel weergegeven.

Tabel 6.3 Schematisatie bodemopbouw voor modellering

diepte [m-mv]	toelichting	doorlaatvermogen [m ² /d]	weerstand [d]
* 1	bovenrand (drainageweerstand)	-	300
1	fictief freatisch watervoerend pakket	10	-
1 -20	deklaag	-	10.000
20 - 30	eerste watervoerende pakket	160	-
30 - 60	eerste scheidende laag	-	25.000
60 - 65	deellaag van het tweede watervoerende pakket	100	-
65	fictieve scheidende laag	-	1,3
65-85	deellaag van het tweede watervoerende pakket (filtertraject bronnen Van Leer)	400	-
85	fictieve scheidende laag	-	1,5
85-95	deellaag van het tweede watervoerende pakket	200	-
95	fictieve scheidende laag	-	2,1
95 - 160	deellaag van het derde watervoerende pakket (filtertraject bronnen koude-/warmteopslag)	2.600	-
160	fictieve scheidende laag	-	2,1
160 - 180	deellaag van het derde watervoerende pakket	800	-
180	fictieve scheidende laag	-	2,5
180 - 200	deellaag van het derde watervoerende pakket	200	-

* De grondwaterstand bevindt zich gemiddeld op 1 m-mv.

Fictieve lagen

Uit tabel 6.3 blijkt dat bij de schematisatie gebruik wordt gemaakt van zogenaamde "fictieve" scheidende lagen en watervoerende pakketten. In werkelijkheid zijn deze lagen fysiek niet aanwezig.

Het definiëren van fictieve watervoerende pakketten is een gebruikelijke methode in grondwatermodellen om grondwaterstandveranderingen in de deklaag te kunnen berekenen. In de deklaag (een scheidende laag) kunnen met MLPU immers geen grondwaterstandveranderingen worden berekend (zie paragraaf 4.1.1). Aan de fictieve freatische laag is een doorlaatvermogen van $10 \text{ m}^2/\text{d}$ toegekend, gelijk aan het geschatte totale horizontale doorlaatvermogen in de deklaag.

Met behulp van een fictieve scheidende laag kan een watervoerend pakket in een aantal sublagen worden onderverdeeld, bijvoorbeeld als de filters van de bronnen slechts een gedeelte van het watervoerende pakket beslaan. Door het onderverdelen van het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket in een aantal sublagen moet per sublaag een doorlaatvermogen worden ingevoerd. Deze is bepaald door de gemiddelde doorlatendheid van de betreffende deellaag te vermenigvuldigen met de dikte van de sublaag (zie paragraaf 5.2.2 voor de gemiddelde doorlatendheden per deellaag). De weerstanden van de fictieve lagen zijn berekend met de formule $c = D/k_{\text{ver}}$, waarin c de weerstand is, D de som van de helft van de dikten van de boven en onderliggende lagen en k_{ver} de verticale doorlatendheid. De verticale doorlatendheid in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket bedraagt circa 50 % van de horizontale doorlatendheid (anisotropiefactor is gelijk aan 2).

Oppervlaktewater

De locatie is omgeven door oppervlaktewater. In het grondwatermodel is hier rekening mee gehouden door middel van een gebiedsdekkende drainageweerstand van 300 d (zie paragraaf 5.2.2).

Schematisatie in tijd

De hydrologische effecten zijn afhankelijk van het debiet waarmee het grondwatersysteem het grondwater verplaatst en het verloop van het debiet in de tijd. In het meest extreme geval draait het grondwatersysteem het gehele zomerseizoen of het gehele winterseizoen continu op maximaal debiet ($1.600 \text{ m}^3/\text{uur}$). De hydrologische effecten zullen in dat geval de stationaire situatie benaderen.

In werkelijkheid is het debiet afhankelijk van de koude- dan wel warmtevraag van de aangesloten gebouwen en varieert het debiet in de tijd. Hoe het verloop van het debiet in de tijd er in de praktijk uit zal zien is niet bekend. Wel is nu al bekend dat het systeem niet continu op maximaal debiet zal draaien. Een stationaire berekening van de hydrologische effecten bij maximaal debiet levert dan ook een overschatting van de hydrologische effecten op. Deze overschatting is het grootst op wat grotere afstand van de koude-/warmteopslag en in het eerste watervoerende pakket en de deklaag.

Om een gevoel te krijgen bij de vertraging in de effecten door het niet-stationaire gedrag zijn enkele niet-stationaire berekeningen uitgevoerd waarbij het systeem op maximaal debiet draait. Deze berekeningen geven aan dat op 3 km afstand in het derde watervoerende pakket na ongeveer drie dagen continu het maximale debiet al ongeveer 80% van het stationaire effect is bereikt en na 5 dagen 90%. In het eerste watervoerende pakket (ter hoogte van de bronnen) is de reactie nog wat sneller. Deze berekeningen geven aan dat met een stationaire berekening geen grote overschatting van de hydrologische effecten wordt gemaakt.

Voor het berekenen van de hydrologische effecten zijn daarom stationaire berekeningen gedaan, waarbij het systeem op maximaal debiet (1.600 m³/uur) draait.

De berekeningen zijn gebaseerd op het beginsel van superpositie, hetgeen inhoudt dat alleen de stijghoogteveranderingen ten gevolge van de koude-/warmteopslag worden berekend. De werkelijke stijghoogte kan worden verkregen door de berekende stijghoogteveranderingen te superponeren op het stijghoogtepatroon van dat moment (zie paragraaf 5.2.3).

Randvoorwaarden

MLPU is een analytisch grondwatermodel. Dit betekent dat er geen grid gemaakt hoeft te worden. Het model is oneindig groot. Wel heeft het model één of meerdere referentiepunten nodig, waar de stijghoogte vast ligt. Door deze referentiepunten op zeer grote afstand te leggen kan worden voorkomen dat deze punten merkbare invloed hebben op de uitkomsten. In het grondwatermodel voor het voormalig Shell terrein zijn de referentiepunten op een afstand van 50 km van de locatie gelegd. De stijghoogten in alle watervoerende pakketten is hier vastgelegd op nul, wat eveneens de beginwaarde is voor de hydrologische berekeningen. Een uitkomst van nul betekent dus "geen verandering".

Ruimtelijke variatie en onzekerheden modelparameters

Voor alle parameters geldt dat er sprake is van een zekere ruimtelijke variatie. In het grondwatermodel zijn de parameters over het gehele modelgebied constant verondersteld. Ook is voor elke parameter sprake is van enige onzekerheid, omdat de aangehouden waarde slechts een zo goed mogelijke inschatting is.

Om een indruk te krijgen van de invloed van deze ruimtelijke variatie en onzekerheden in de parameters op de modelresultaten, is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij zijn de parameters die het meest bepalend zijn voor de hydrologische effecten richting de worst-case bijgesteld, zodat de hydrologische effecten groter worden.

6.2.2 Scenarios

De hydrologische berekeningen zijn uitgevoerd voor de verschillende alternatieven. Daarnaast is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, waarin de belangrijkste parameters die van invloed zijn op de omvang van de effecten zijn gevarieerd. De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd met het systeem van Alternatief 3, het alternatief waarvoor vergunning zal worden aangevraagd. De volgende parameters zijn gevarieerd:

3a) Drainageweerstand

In het gebied is veel oppervlaktewater aanwezig. Het peil van het oppervlaktewater mag als vast gegeven worden verondersteld. De interactie tussen het oppervlaktewater en het grondwater zorgt ervoor dat de hydrologische effecten enigszins worden uitgedempt. Hoe meer oppervlaktewater aanwezig is, hoe meer deze uitdemping zal optreden. Als er veel oppervlaktewater aanwezig is, kan dit in de modellering worden verdisconteerd door een lage drainageweerstand aan te houden. Als er weinig oppervlaktewater aanwezig is, is de uitdempende werking klein en dient een hoge drainageweerstand aangehouden te worden.

In de schematisatie is een drainageweerstand van 300 d aangehouden. Als de aangehouden drainageweerstand te laag is gekozen, dan zouden de hydrologische effecten onderschat kunnen worden, met name in de deklaag en het eerste watervoerende pakket. Om een idee te krijgen van de gevoeligheid van het systeem voor de drainageweerstand is het model ook doorgerekend met een aanzienlijk hogere drainageweerstand van 1.000 d.

3b) Weerstand van de deklaag

De weerstand van de deklaag bepaalt in belangrijke mate in hoeverre de hydrologische effecten die optreden in het eerste watervoerende pakket zich manifesteren in de grondwaterstand. Bij een hoge weerstand zullen de effecten op de grondwaterstand sterker worden afgezwakt dan bij een lage weerstand. In het model is een weerstand van 10.000 d opgenomen. Het model is ook een keer doorgerekend met de minimale waarde die in de verschillende informatiebronnen is gevonden, namelijk 2.000 d.

3c) Weerstand van de eerste scheidende laag

Voor de weerstand van de eerste scheidende laag gaat dezelfde redenering op als voor de weerstand van de deklaag. Hoe hoger de weerstand van de eerste scheidende laag, hoe sterker de effecten in het eerste watervoerende pakket worden afgezwakt. In het model is een waarde van 25.000 d aangehouden voor de eerste scheidende laag. Om de gevoeligheid voor deze weerstandswaarde te bepalen is ook een model doorgerekend met een veel lagere weerstandswaarde van 5.000 d.

3d) Doorlaatvermogen derde watervoerende pakket

Het doorlaatvermogen van het derde watervoerende pakket is doorslaggevend in de effecten van de koude-/warmteopslag in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket. Ook de effecten in de andere bodemlagen worden hierdoor beïnvloed. Hoe hoger het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket, hoe kleiner de hydrologische effecten zullen zijn.

De gemiddelde doorlatendheid die is aangehouden voor het gedeelte van het derde watervoerende pakket waarin de bronfilters gepland zijn (95-180 m-mv) bedraagt 40 m/d. De ervaring bij andere projecten in Amsterdam is dat de gemiddelde doorlatendheid tussen 30 en 50 m/d ligt. Bij de meest nabijgelegen projecten ligt de gemiddelde doorlatendheid op 43 m/d. Om het effect van een lager doorlaatvermogen te bepalen is ook een berekening uitgevoerd, waarin is uitgegaan van een gemiddelde doorlatendheid van 30 m/d voor het traject 95-180 m-mv.

6.2.3 Resultaten van de hydrologische berekeningen

De berekende hydrologische effecten in het derde watervoerende pakket voor de verschillende alternatieven zijn weergegeven in figuur 6.3 (alternatief 1), figuur 6.4 (alternatief 2) en figuur 6.5 (alternatief 3). De figuren geven de berekende maximale effecten voor het zomerseizoen weer. De hydrologische effecten in het winterseizoen zijn exact tegengesteld aan de effecten in het zomerseizoen: daar waar in het zomerseizoen een verlaging optreedt, zal in het winterseizoen een even grote verhoging optreden en omgekeerd.

Tabel 6.4 vat de resultaten voor de verschillende alternatieven per bodemlaag weer. Voor alle drie de alternatieven geldt dat de hydrologische effecten in het eerste watervoerende pakket en de deklaag zeer gering zijn. In tabel 6.5 is per alternatief aangegeven tot hoe ver van de bronnen de invloed van de koude-/warmteopslag reikt in de verschillende lagen.

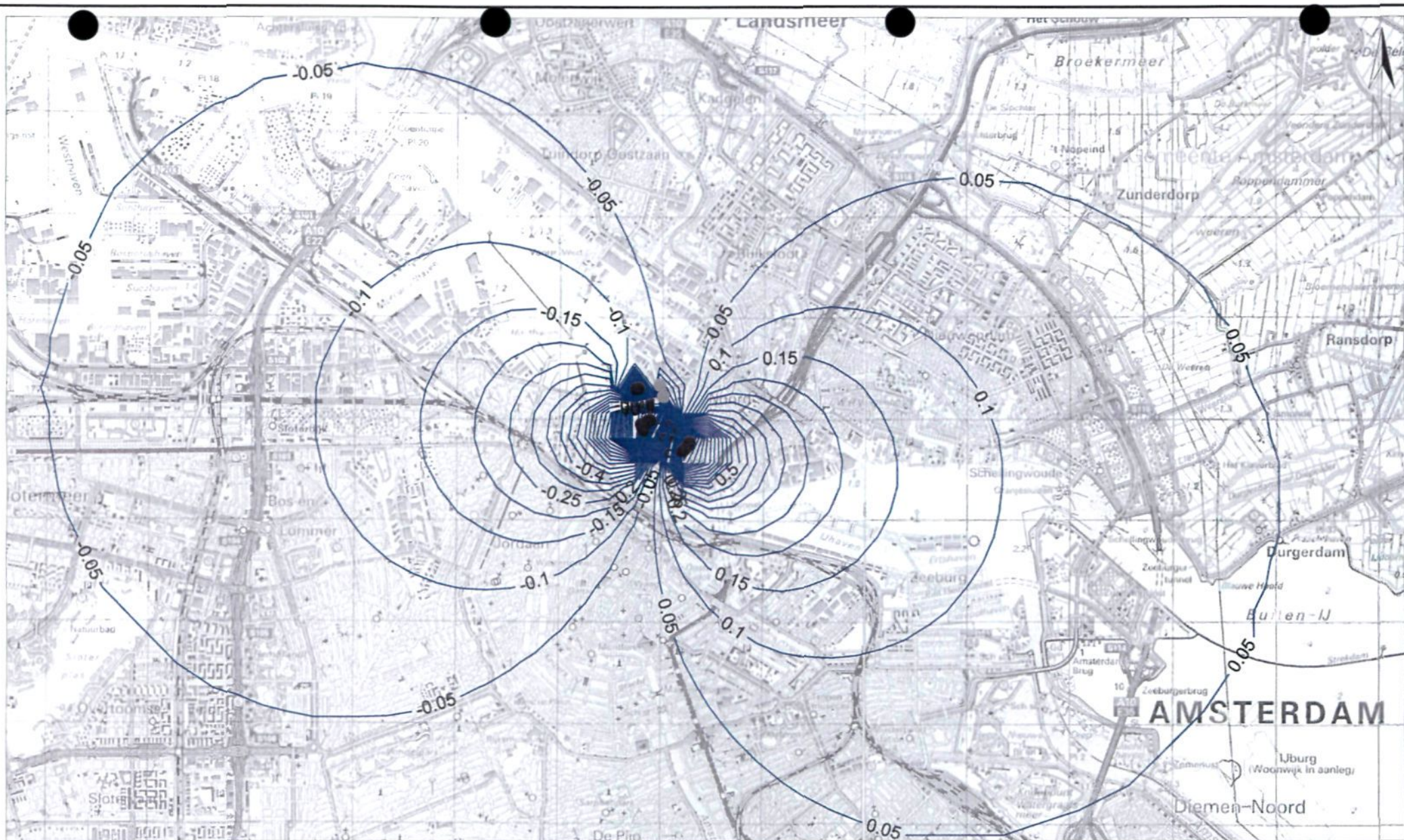
Tabel 6.4 Overzicht berekende maximale grondwaterstand-/stijghoogteveranderingen

Alter-natief	maximale verandering van de:			
	grondwater-stand in de deklaag	stijghoogte in het eerste watervoeren-de pakket	stijghoogte in het tweede watervoe-rende pakket	stijghoogte in het derde watervoe-rende pakket
1	< 0,05 m	0,05 m	2,79 m	5,13 m
2	< 0,05 m	< 0,05 m	0,85 m	2,96 m
3	< 0,05 m	0,05 m	2,25 m	4,67 m

Tabel 6.5 Berekende grootte van het invloedsgebied vanaf de bronnen

Alter-natief	maximale straal invloedsgebied vanaf bronnen			
	deklaag	eerste watervoeren-de pakket	tweede watervoe-rende pakket	derde watervoe-rende pakket
1	n.v.t.	n.v.t.	5.800 m	5.800 m
2	n.v.t.	n.v.t.	2.500 m	2.500 m
3	n.v.t.	n.v.t.	3.050 m	3.050 m

Uit tabel 6.4 blijkt dat de stijghoogteveranderingen en de invloed op de omgeving het kleinst zijn bij alternatief 2.



- - KWO bronnen
- - Van Leer bronnen

Project: MER Warmte-/koudeopslag
Shell NTC en Overhoeks te Amsterdam

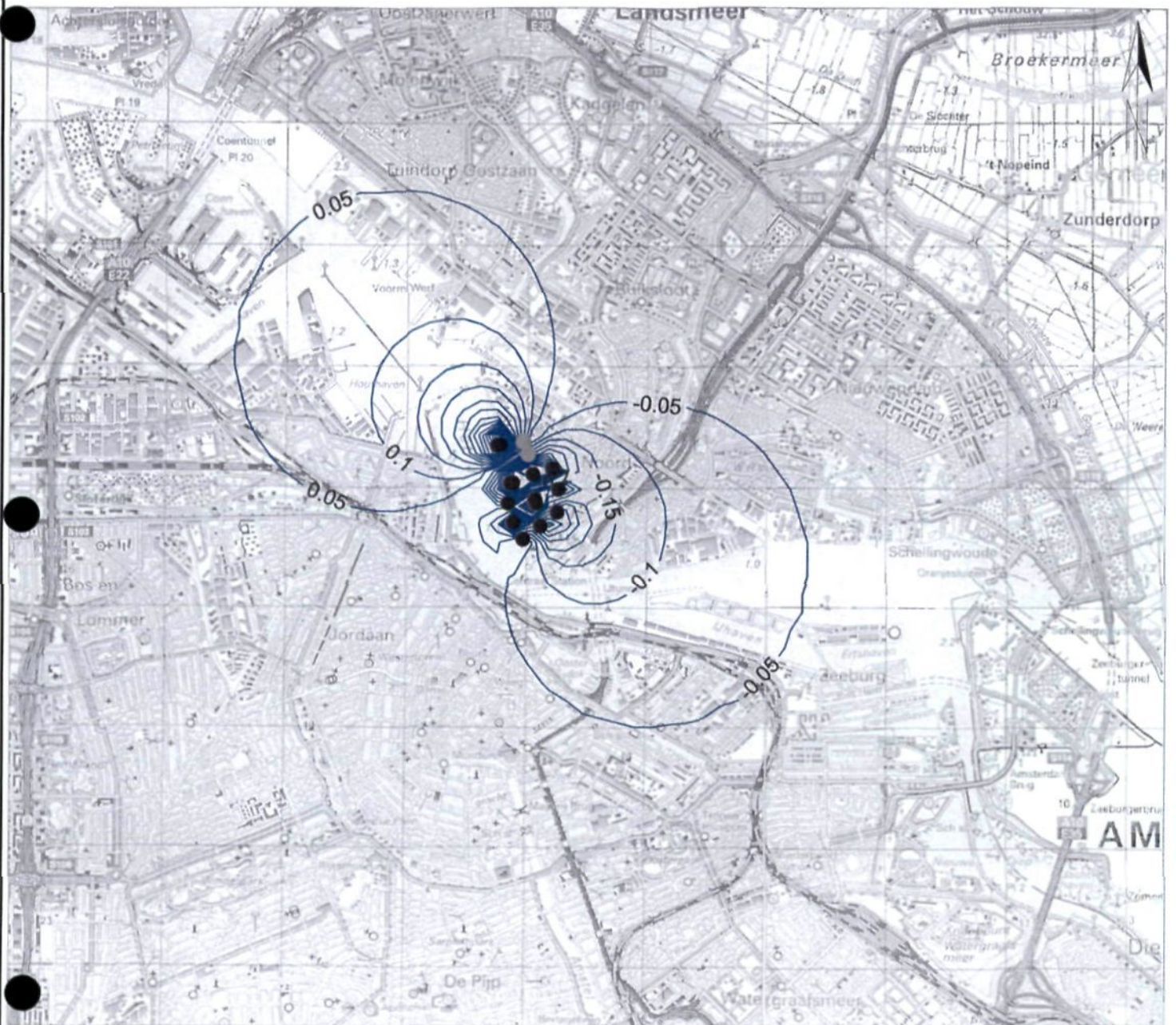
Datum:
A: 11-08-2006
B:

Onderwerp: Berekende stijghoogteveranderingen in het
3e watervoerende pakket [m], alternatief 1.

Figuur: 6.3 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek: NS Schaal: 1:50.000 Maat: Form: A4





- - KWO bronnen
- - Van Leer bronnen

Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

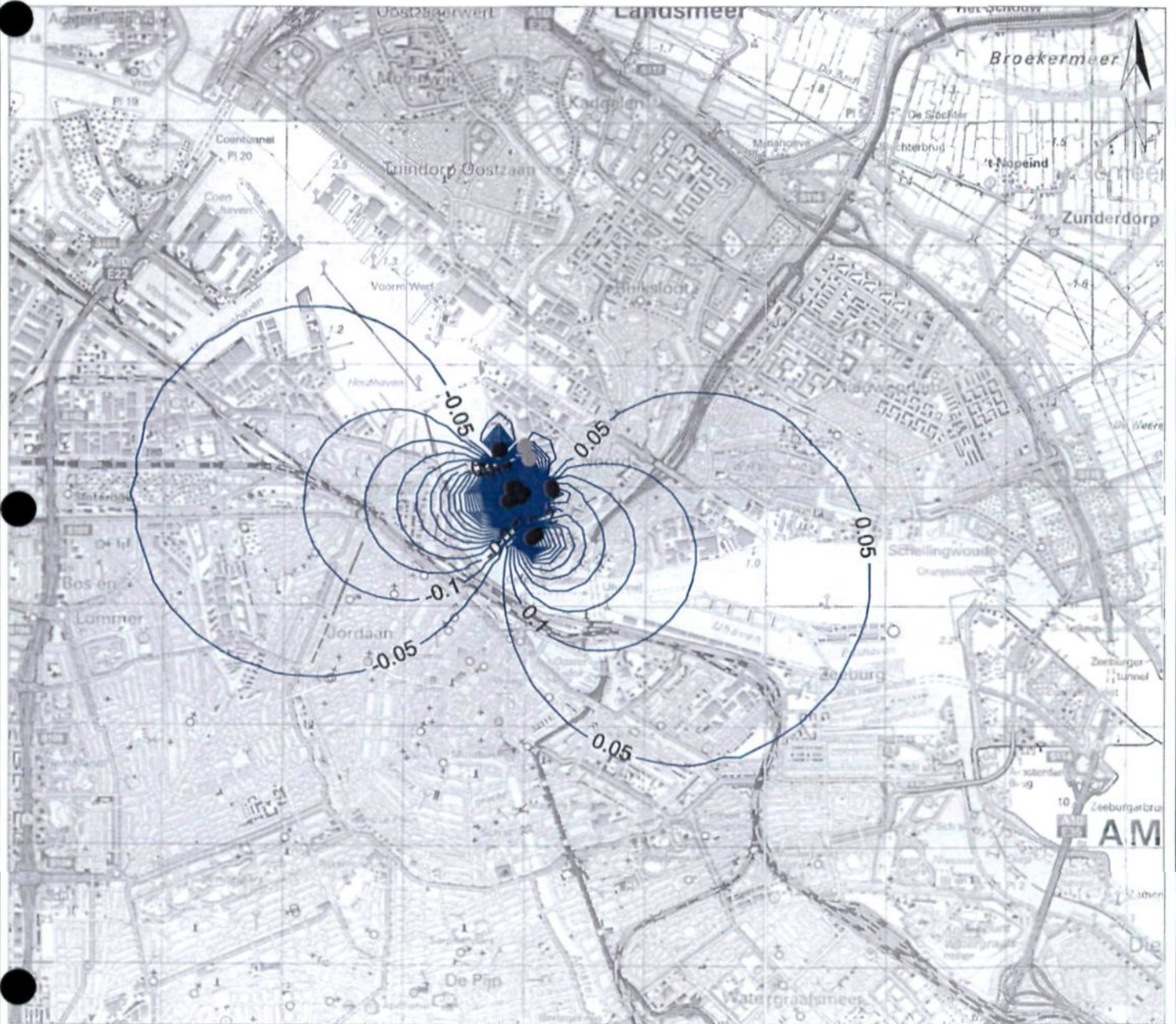
Datum:
A. 11-08-2006
B.

Onderwerp: Berekende stijghoogteveranderingen in het 3e watervoerende pakket [m], alternatief 2.

Figuur: 6.4 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek: NS Schaal: 1:50.000 Maat: Form: A4





- - KWO bronnen
- - Van Leer bronnen

Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A: 11-08-2006
B:

Onderwerp: Berekende stijghoogteveranderingen in het
3e watervoerende pakket [m], alternatief 3.

Figuur: 6.5 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek: NS Schaal: 1:50 000 Maat: Form. A4



In het eerste watervoerende pakket watervoerende pakket en de deklaag zijn de hydrologische effecten voor alle drie de alternatieven niet groter dan 5 cm. Daarom zijn hiervan geen figuren gepresenteerd.

Gevoeligheidsanalyse

Om de gevoeligheid van de uitkomsten voor een aantal belangrijke parameters te bepalen zijn aanvullende hydrologische berekeningen uitgevoerd voor alternatief 3 (waarvoor vergunning zal worden aangevraagd), namelijk de scenario's 3a, 3b, 3c en 3d. Tabel 6.6 toont de berekende maximale effecten en tabel 6.7 de omvang van het hydrologisch invloedsgebied voor de verschillende scenario's. Hierbij zijn ter vergelijking ook de resultaten voor alternatief 3 zelf opgenomen.

Tabel 6.6 Overzicht berekende maximale grondwaterstand-/stijghoogteveranderingen

Alternatief	maximale verandering van de:			
	grondwaterstand in de deklaag	stijghoogte in het eerste watervoerende pakket	stijghoogte in het tweede watervoerende pakket	stijghoogte in het derde watervoerende pakket
3	< 0,05 m	0,05 m	2,25 m	4,67 m
3a	< 0,05 m	0,05 m	2,25 m	4,67 m
3b	< 0,05 m	< 0,05 m	2,25 m	4,67 m
3c	< 0,05 m	0,11 m	2,24 m	4,66 m
3d	< 0,05 m	0,05 m	2,81 m	5,97 m

Tabel 6.7 Berekende grootte van het invloedsgebied vanaf de bronnen

Alternatief	maximale straal invloedsgebied vanaf bronnen			
	deklaag	eerste watervoerende pakket	tweede watervoerende pakket	derde watervoerende pakket
3	n.v.t.	n.v.t.	3.050 m	3.050 m
3a	n.v.t.	n.v.t.	3.050 m	3.050 m
3b	n.v.t.	n.v.t.	3.050 m	3.050 m
3c	n.v.t.	1.800 m	2.900 m	2.900 m
3d	n.v.t.	n.v.t.	3.650 m	3.650 m

De hydrologische effecten in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket veranderen nauwelijks onder invloed van de aangebrachte wijzigingen. Wel reikt de invloed bij scenario 3d (lager doorlaatvermogen voor het derde watervoerende pakket) wat verder. In scenario 3c (lagere weerstand van de eerste scheidende laag) overschrijdt de stijghoogteverandering in het eerste watervoerende pakket de 5 cm (maximale verandering is 11 cm). Figuur 6.6 geeft het berekende invloedsgebied in het eerste watervoerende pakket weer voor scenario 3c.



- - KWO bronnen
- - Van Leer bronnen

Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A: 11-08-2006
B:

Onderwerp: Berekende stijghoogteveranderingen in het
1e watervoerende pakket [m], alternatief 3c.

Figuur: 6.6 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek: NS Schaal: 1:50.000 Maat: Form. A4



6.3 Gevolgen van de hydrologische effecten

6.3.1 Invloed op andere onttrekkingen

De invloed van de koude-/warmteopslag op grondwateronttrekkingen in de deklaag en het eerste watervoerende pakket is nihil. Alleen grondwateronttrekkingen in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket kunnen door de geplande koude-/warmteopslag worden beïnvloed. Het gaat daarbij om de grondwateronttrekking van Van Leer en de vijf koude-/warmteopslagsystemen Passenger Terminal, Oosterdokseiland, NDSM-werf, Stadhuis en Czaar Petercomplex. Tabel 6.8 geeft de berekende maximale stijghoogteveranderingen bij de verschillende onttrekkingen weer voor de drie alternatieven. De veranderingen zijn weergegeven voor het zomerseizoen. In het winterseizoen is de maximale invloed exact tegengesteld (daar waar in het zomerseizoen sprake is van een verlaging is in het winterseizoen sprake van een even grote verhoging).

Tabel 6.8: Berekende maximale stijghoogteveranderingen bij andere onttrekkingen (zomersituatie)

onttrekking	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
Van Leer (onttrekkingsbron)	-0,21	+0,10	-0,12
Van Leer (infiltratiebron)	-0,42	-0,15	-0,35
Passenger terminal	+0,26	-0,09	+0,13
Oosterdokseiland	+0,18	-0,07	+0,10
NDSM Werf	-0,08	+0,09	-0,02
Stadhuis	+0,02	-0,03	+0,02
Czaar Peter Complex/Eastsite	+0,13	-0,05	+0,06

De invloed bij de genoemde koude-/warmteopslagsystemen blijft beperkt tot maximaal 13 cm bij alternatief 2 en 3. Deze invloed is dermate gering dat er geen invloed is op het functioneren van deze koude-/warmteopslagsystemen. Bij alternatief 1 is de invloed duidelijk groter, maar ook hiervoor geldt dat dit geen nadelige consequenties zal hebben voor de koude-/warmteopslagsystemen.

De maximale invloed bij Van Leer bedraagt 42 cm bij alternatief 1, 15 cm bij alternatief 2 en 35 cm bij alternatief 3. Het verschil tussen de invloed bij de onttrekkingsbron en de invloed bij de infiltratiebron is in alle gevallen 20 à 25 cm. De onttrekking van Van Leer heeft een capaciteit van 40 m³/uur. Per jaar wordt ongeveer 250.000 m³ grondwater onttrokken. Om deze waterverplaatsing te kunnen halen moet het systeem bij 40 m³/uur gedurende ruim 70% van het jaar in bedrijf zijn, ofwel gemiddeld 5 dagen per week. In het ene seizoen kan sprake zijn van een (licht) nadelige invloed (iets hoger energieverbruik om het grondwater te verpompen door een wat groter stijghoogteverschil tussen de onttrekkingsbron en de infiltratiebron), terwijl in het andere seizoen sprake is van een (licht) positieve invloed (iets lager energieverbruik om het grondwater te verpompen door een wat kleiner stijghoogteverschil tussen de onttrekkingsbron en de infiltratiebron). Over het gehele jaar gezien is de nadelige invloed net zo groot als de positieve invloed, waardoor het effect neutraal is.

6.3.2 Invloed op gevoelige bebouwing en infrastructuur

Grondwaterstand- en stijghoogteveranderingen kunnen van invloed zijn op bestaande bebouwing of infrastructuur via grondwateroverlast, grondwateronderlast en via zettingen. Grondwateroverlast en zettingen zijn in de respectievelijk paragraaf 6.3.6 en 6.3.8 behandeld.

Grondwateronderlast (te lage grondwaterstand) is met name van belang bij de aanwezigheid van houten palen. Te lage grondwaterstanden kunnen namelijk paalrot veroorzaken, waardoor de fundering wordt ondermijnd. Aangezien de koude-/warmteopslag niet van invloed is op de grondwaterstand, zal de koude-/warmteopslag geen paalrot veroorzaken.

6.3.3 Invloed op archeologische en aardkundige waarden

Archeologische waarden die gevoelig zijn voor oxidatie (met name organische stoffen, zoals hout, leer, etc.) blijven beter behouden als ze zich onder de grondwaterspiegel bevinden. Onder de grondwaterspiegel kan het zuurstof uit de atmosfeer de archeologische waarden nog maar nauwelijks bereiken en wordt de afbraak sterk geremd. Een verlaging van de grondwaterstand kan daarom nadelig zijn voor de aanwezige archeologische waarden. Aangezien de koude-/warmteopslag geen invloed heeft op de grondwaterstand, is er geen invloed op eventueel aanwezige archeologische waarden.

In de omgeving zijn geen aardkundige waarden aanwezig.

6.3.4 Invloed op het zoet-/brakgrensvlak

De invloed van de koude-/warmteopslag ter hoogte van het zoet-/brakgrensvlak is nihil. Er is dan ook geen invloed op de ligging van het zoet-/brakgrensvlak.

6.3.5 Invloed op natuurwaarden

De invloed van een koude-/warmteopslagsysteem op de aanwezige natuurwaarden kan het gevolg zijn van twee soorten effecten, namelijk:

Effect op de grondwaterstand

Als gevolg van een verandering in de grondwaterstand verandert ook de beschikbaarheid van (grond)water voor flora en fauna. De koude-/warmteopslag heeft geen invloed op de grondwaterstand. Er is dan ook geen invloed op de flora en fauna samenhangend met beïnvloeding van de grondwaterstand.

Effect op kwel- of infiltratiesituatie

De verticale grondwaterstroming kan van invloed zijn op de kwaliteit van het ondiepe grondwater, die bepalend is voor (bepaalde soorten van) de flora en fauna. De grondwaterstand in de deklaag ligt op ongeveer 0 m t.o.v. NAP en in het eerste watervoerende pakket op ongeveer 1,9 m-NAP. Er is dan ook sprake van een infiltratiesituatie. De invloed van de koude-/warmteopslag op het ondiepe grondwater (deklaag en eerste watervoerende pakket) is klein. De koude-/warmteopslag heeft dan ook geen invloed op de richting van de verticale grondwaterstroming en verandert dus niets aan de infiltratiesituatie. Ook op dit punt heeft de koude-/warmteopslag geen invloed op de aanwezige natuurwaarden.

6.3.6 Grondwateroverlast

De invloed van de koude-/warmteopslag is voor alle alternatieven kleiner dan 1 cm. Ook in de scenario's die zijn doorgerekend voor de gevoeligheidsanalyse zijn de grondwaterstandveranderingen kleiner dan 1 cm. Geconcludeerd wordt dat de koude-/warmteopslag geen effect heeft op de grondwaterstand. Er zal dan ook geen grondwateroverlast worden veroorzaakt.

6.3.7 Invloed op bodem en grondwaterverontreinigingen

De koude-/warmteopslag heeft invloed op de grondwaterstand in de deklaag. De invloed op de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is zeer gering. Verontreinigingen die aanwezig zijn in de deklaag worden dan ook niet beïnvloed door de koude-/warmteopslag.

Voor verontreiniging die tot in het eerste watervoerende pakket zijn doorgedrongen geldt eveneens dat de invloed in het eerste watervoerende pakket zelf gering is. Van horizontale verplaatsing van de verontreiniging zal daarom niet of nauwelijks sprake zijn. Wel zou er sprake kunnen zijn van verticale verplaatsing onder invloed van de koude-/warmteopslag. De mate van verticale verplaatsing onder invloed van de koude-/warmteopslag kan worden ingeschat met behulp van de volgende vergelijking:

$$dy = \left(\frac{Q}{24 * q} * \frac{dh}{c * n} \right) / R$$

, waarin:

- dy = verticale verplaatsing van de verontreiniging in één seizoen [m];
- Q = totale waterverplaatsing in één seizoen [m³];
- q = maximaal debiet waarmee het water wordt verplaatst [m³/d];
- dh = stijghoogteverschil over de eerste scheidende laag als gevolg van de koude-/warmteopslag [m];
- c = weerstand van de eerste scheidende laag [d];
- n = effectieve porositeit van het sediment waarin de verontreiniging zich bevindt [-];
- R = retardatiefactor voor de betreffende verontreiniging.

De maximale waterverplaatsing per seizoen is een kleine 3,5 miljoen m³ (alternatief 2). Het maximale debiet bedraagt 1.600 m³/uur, waarmee het maximale aantal vollastdagen per seizoen uitkomt op 90. Het maximale stijghoogteverschil over de eerste scheidende laag als gevolg van de koude-/warmteopslag bedraagt ongeveer 2,5 m. Bij een weerstandswaarde van 25.000 dagen en een effectieve porositeit van 30% is de verticale stroomsnelheid door de eerste scheidende laag 0,33 mm/d. Een waterdeeltje stroomt als gevolg van de koude-/warmteopslag in één seizoen dus maximaal (90 * 0,33 mm =) 3 cm naar beneden of omhoog. De verontreiniging wordt hierbij nog vertraagd ten opzichte van het waterdeeltje. Bij een lage retardatiefactor van 2, wordt de verontreiniging per seizoen maximaal (3 cm / 2 =) 1,5 cm opwaarts of neerwaarts verplaatst.

In het daarop volgende seizoen is de verplaatsing in tegengestelde richting en wordt de eventuele verplaatsing voor het overgrote deel weer ongedaan gemaakt. Doordat de gemiddelde waterverplaatsing voor het winterseizoen niet gelijk is aan de gemiddelde waterverplaatsing in het zomerseizoen is er een zeker netto effect. Het verschil tussen de waterverplaatsing in de winter en de zomer bedraagt voor alternatief 3 (waarvoor vergunning zal worden aangevraagd) 0,4 miljoen m³. De netto verplaatsing op jaarbasis is dan ongeveer 3,4 mm. Op jaarbasis wordt een verontreiniging in het eerste watervoerende pakket of de eerste scheidende laag dus maximaal 1,5 cm op en neer verplaatst onder invloed van de koude-/warmteopslag, hetgeen als verwaarloosbaar wordt beschouwd. De netto verplaatsing (3,4 mm) is dermate gering dat ook dit als verwaarloosbaar klein wordt beschouwd.

Ook als de werkelijke weerstandswaarde voor de eerste scheidende laag aanzienlijk lager zou zijn, bijvoorbeeld 5.000 d (conform scenario 3c), dan is de verticale verplaatsing van de verontreiniging verwaarloosbaar klein. In dat geval zou het gaan om het op en neer verplaatsen van de verontreiniging met 7,5 cm en netto 1,7 cm op jaarbasis.

Geconcludeerd wordt dat de koude-/warmteopslag geen noemenswaardige invloed heeft op verontreinigingen in de deklaag, het eerste watervoerende pakket of de eerste scheidende laag. Aangezien in de omgeving geen verontreinigingen bekend zijn die tot in het tweede watervoerende pakket zijn doorgedrongen, wordt geconcludeerd dat er geen invloed is op verontreinigingen.

6.3.8 Zettingen

De stijghoogteveranderingen als gevolg van de koude-/warmteopslag kunnen een zekere zetting aan het maaiveld veroorzaken. In welke mate deze zettingen daadwerkelijk optreden, hangt af van de zettingsgevoeligheid van de aanwezige bodemlagen en van de grootte van de stijghoogteveranderingen. Daarnaast zijn de eerder opgetreden bodembelastingen van belang. Deze zogenaamde voorbelastingen kunnen hebben plaatsgevonden bij extreem lage stijghoogten in droge jaren of door eerdere (tijdelijke) onttrekkingen, maar ook door de massa van het landijs tijdens de voorlaatste ijstijd.

Voorbelastingen

Op de locatie is het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket in de voorlaatste ijstijd voorbelast door de massa van de landijstong. Voor de bovenliggende lagen gaat dit niet op, omdat deze pas later zijn ontstaan. Verder kan met name het ondiepe gedeelte van de bodem zijn voorbelast door bronbemalingen die op en in de directe omgeving van het terrein zijn uitgevoerd. In de toekomstige situatie zijn ook zettingen te verwachten als gevolg van het ophogen van het maaiveld ter hoogte van de Campus. De voorbelasting zijn bij de zettingsberekeningen niet meegenomen, hetgeen betekent dat de berekende zetting een overschatting is van de werkelijk optredende zetting.

Normen

Om een ongewenst verlies aan bruikbaarheid, schade of hoge onderhoudskosten aan woningen en woongebouwen te voorkomen mag de zetting volgens NEN 6740 [Lit. 12] niet groter zijn dan 0,15 m (150 mm) en mag het zettingsverhang (rotatie) niet groter zijn dan 1:300. Bij de aanwezigheid van ondiepe zettingsgevoelige bodemlagen, zoals een deklaag, kunnen verschillen in de samenstelling van de betreffende laag aanleiding geven tot verschilzettingen aan maaiveld. Wanneer de veroorzaakte zetting in de deklaag groter is dan 15 mm kunnen daardoor effecten van betekenis optreden [Lit. 13]. Constructieve schade kan optreden bij een zettingsverhang groter dan 1 meter per 150 meter.

Methode

De mogelijke zetting van de bodem is berekend met de formule van Koppejan. Hiervoor is de bodem geschematiseerd conform de opbouw beschreven in paragraaf 5.2.1. De zettingsconstanten zijn ontleend aan NEN-blad 6740 - bladzijde 20 [Lit. 12] en bepaald ingeschat aan de hand van de boorbeschrijvingen die in bijlage 5 zijn opgenomen. Via deze methode wordt een eindzetting berekend, dat wil zeggen een zetting die zal optreden bij een onttrekking van oneindig lange duur.

De zetting die met behulp van Koppejan wordt berekend is een eindzetting. Deze zetting zal in werkelijkheid niet worden bereikt. Voor de laag die de belangrijkste bijdrage levert aan de totale zetting, de eerste scheidende laag op 30-60 m-mv, is een tijdsafhankelijke zettingsberekening uitgevoerd. Uit onderzoek is gebleken dat vanwege het afwisselend onttrekken en infiltreren bij koude-/warmteopslag minimaal 90 % van de eindzetting wordt bereikt in het eerste seizoen dat wordt onttrokken [Lit. 14]. De zetting na één seizoen is berekend door de berekende maximale verlagingen vast te houden voor de duur van het maximale aantal vollasturen (in dit geval $3.000.000 \text{ m}^3 / 1.600 \text{ m}^3/\text{uur} = 1.875 \text{ uur} = 78 \text{ d}$). Voor de berekeningsmethode wordt verwezen naar bijlage 9.

In de zettingsberekening is de zetting berekend per deellaag en bij elkaar opgeteld. In werkelijkheid treedt in de bodem uitdamping van de zetting plaats. Deze effecten zullen direct rond de bronnen de absolute grootte van de zetting (zowel aan maaiveld als op funderingsniveau) en het zettingsverhang verminderen. De werkelijke maximale zetting zal daardoor kleiner zijn dan is berekend.

Omvang van de zetting

De maximale zetting is berekend voor alternatief 3 (waarvoor vergunning zal worden aangevraagd) ter hoogte van bron K2, waar de berekende stijghoogteverandering het grootst is. De zettingsberekening is opgenomen in bijlage 9. Voor de eerste scheidende laag is een tijdsafhankelijke zettingsberekening uitgevoerd, die ook in bijlage 10 is opgenomen. De maximale zetting die kan optreden aan het maaiveld is 5,7 mm. Op 10 meter afstand van de bron is de berekende maximale zetting aan het maaiveld 5,1 mm. Het zettingsverhang bedraagt in de directe nabijheid van de bronnen (binnen 10 meter rondom de bronnen) maximaal 1 meter per 17.000 meter.

De berekende maximale zetting aan het maaiveld ter hoogte van de tunnel van de Noord/Zuidlijn, het Centraal Station en de IJ-tunnel is kleiner dan 1 mm. Ter hoogte van de twee nabijgelegen rijksmonumenten bedraagt de berekende zetting respectievelijk 1,1 mm (Tolhuis) en 0,8 mm (Politiebureau).

Gevolgen van de zettingen

Deze geringe zettingen aan het maaiveld en de daarmee gepaard gaande verschilzettingen veroorzaken geen schade aan gebouwen, funderingen, wegen of constructies.

6.4 Thermische effecten

6.4.1 Uitgangspunten

Beschrijving computerprogramma

Het berekenen van de thermische effecten van de koude-/warmteopslag is uitgevoerd met het programma HstWin-3D. Met het programma HstWin-3D kan warmte- en stoftransport worden berekend in een verzadigd 3-dimensionaal grondwatersysteem. In dit geval is een 3D-model nodig om de interactie tussen het koude-/warmteopslagsysteem en de nabijgelegen onttrekking en infiltratie van Van Leer correct te kunnen berekenen. De afstand tot de overige onttrekkingen is dermate groot, dat er geen sprake zal zijn van thermische beïnvloeding. Naast de onttrekking en infiltratie van Van Leer zijn dan ook geen andere systemen in het model opgenomen.

Schematisatie en randvoorwaarden

De randvoorwaarden in het HstWin-3D-model zijn gebaseerd op de geohydrologische beschrijving in paragraaf 5.2.1 en 5.2.2. Het model heeft een grootte van 4 bij 4 km, waarin de bodem tot 200 m-mv is opgenomen. Het koude-/warmteopslagsysteem centraal in het model is gesitueerd. Aan de buitenranden van het model (noord, zuid, west en oost) is een vaste druk en een vaste temperatuur opgelegd. Aan de bovenzijde (maaiveld) is de temperatuur constant verondersteld (13 °C). De boven- en onderzijde van het model zijn afgesloten (geen verticale voeding).

Het model is onderverdeeld in 6 deellagen, namelijk de deklaag, het eerste watervoerende pakket, de eerste scheidende laag, het tweede watervoerende pakket, het gedeelte van het derde watervoerende pakket tussen 95 en 180 m-mv en het onderste deel van het derde watervoerende pakket (180-200 m-mv). De belangrijkste geohydrologische en geothermische invoerparameters per deellaag zijn opgenomen in tabel 6.9. De warmtegeleidingscoëfficiënten en de warmtecapaciteiten zijn ontleend aan de VDI 4640, Blatt 1/part 1.

Tabel 6.9 Modelschematisatie HstWin-3D

laag naam	dikte [m]	horizontale doorlatendheid [m/d]	verticale doorlatendheid [m/d]	verhang [%]	warmtegeleidingscoëfficiënt [W/(mK)]	warmtecapaciteit [MJ/(m³K)]
deklaag	20	0,001	0,0001	0,1	1,8	2,5
eerste watervoerende pakket	10	16	8	0,1	2,4	2,5
eerste scheidende laag	30	0,001	0,0001	0,1	1,8	2,5
tweede watervoerende pakket	35	25	12,5	0,1	2,4	2,5
derde watervoerende pakket (95-180 m-mv)	85	40	20	0,1	2,4	2,5
derde watervoerende pakket (180-200 m-mv)	20	10	5	0,1	2,4	2,5

Schematisatie in de tijd

De onttrekking en infiltratie van Van Leer is al actief sinds 1973. De onttrekking van Van Leer is bedoeld voor koelingsdoeleinden. Bij de infiltratiebron zal dus opgewarmd grondwater worden geïnfiltreerd. Voordat de koude-/warmteopslag van start gaat is dus al sprake van een bel met warm grondwater rond de infiltratiebron van Van Leer.

Gezien relatief korte afstand tussen Van Leer en het geplande koude-/warmteopslagsysteem is besloten het systeem van Van Leer in de berekeningen mee te nemen. Hiertoe is het HstWin-3D-model eerst doorgerekend voor de periode vanaf start onttrekking Van Leer (1973) tot aan de vermoedelijke startdatum van de koude-/warmteopslag (2008). Het resultaat van deze berekening is gebruikt als startpunt voor de thermische berekeningen voor de verschillende alternatieven. Vervolgens is het grondwatersysteem per alternatief doorgerekend voor een periode van 20 jaar. Hierbij wordt ieder jaar zowel in het winterseizoen 1,6 miljoen m³ grondwater verplaatst en in het zomerseizoen 2,0 à 2,3 miljoen m³ (verschilt per alternatief) met het koude-/warmteopslagsysteem. Ter vergelijking is ook een model doorgerekend voor dezelfde periode met alleen Van Leer (zonder koude-/warmteopslag).

Gegevens Van Leer

In de beginperiode lagen de onttrekkingsbron en de infiltratiebron van Van Leer ongeveer 45 m uit elkaar. In 1985/1986 is een nieuwe onttrekkingsbron gerealiseerd op een grotere afstand van de infiltratiebron, vermoedelijk vanwege een te hoge temperatuur van het onttrokken grondwater. In de periode 1973-1986 lag de gemiddelde waterverplaatsing per jaar op ongeveer 88.500 m³. In de periode 1987-2005 lag de gemiddelde waterverplaatsing op ongeveer 187.000 m³ per jaar. Omdat de infiltratietemperatuur niet bekend, is daarvoor de aanname van 20 °C gedaan.

Het onttrekkings-/infiltratiepatroon dat voor de HstWin-3D berekeningen is gebruikt is weergegeven in tabel 6.10. De waterverplaatsing die in de zomer nodig is om de gevraagde hoeveelheid koeling te kunnen leveren en te voldoen aan de geëiste energiebalans varieert per alternatief tussen 2 en 2,3 miljoen m³.

Tabel 6.10 Onttrekkings-/infiltratiepatroon

periode	seizoen	bedrijfs-toestand	onttrekken uit	infiltreren in	waterverplaatsing [m ³ /jaar]	infiltratie temp. [°C]
1973-1986	gehele jaar	koeling	onttrekkingsbron Van Leer	infiltratiebron Van Leer	88.500	20,0
1986-2007	gehele jaar	koeling	onttrekkingsbron Van Leer	infiltratiebron Van Leer	187.000	20,0
2008-2027	gehele jaar	koeling	onttrekkingsbron Van Leer	infiltratiebron Van Leer	250.000	20,0
2008-2027	winter	verwarming/ koudeopslag	warme bronnen	koude bronnen	1.600.000	7,0
	zomer	koeling/ warmteopslag	koude bronnen	warme bronnen	2.000.000 - 2.300.000 *	15,0

* Voor de alternatieven 1 en 3 is dit 2.000.000 m³ en voor alternatief 2 is dit 2.300.000 m³.

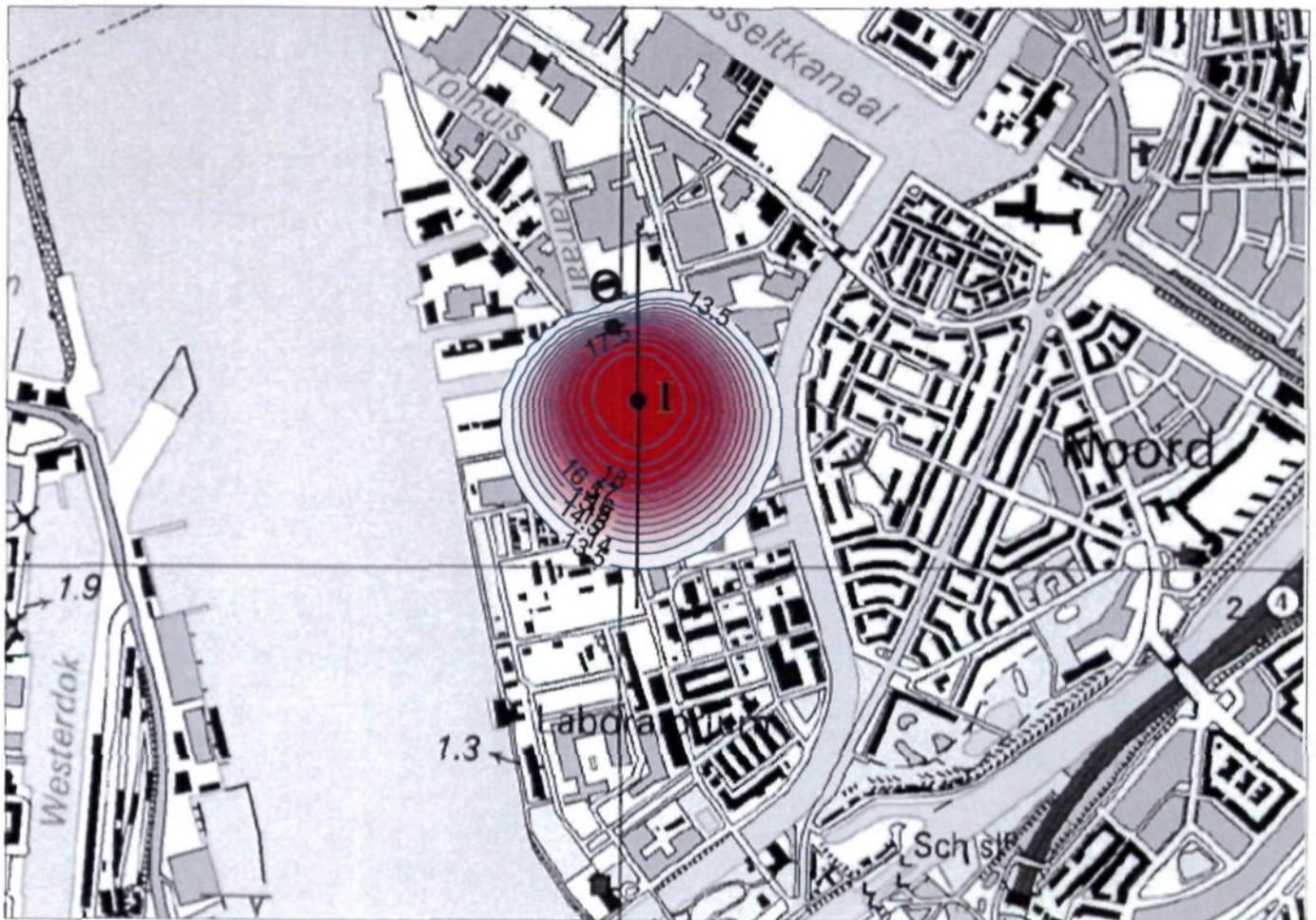
6.4.2 Resultaten van de thermische berekeningen

Figuur 6.7 toont de situatie van eind 2007 ter hoogte van het filtertraject van de bronnen van Van Leer (weergegeven diepte: 77,5 m-mv). Tevens is hierbij een dwarsdoorsnede in noord-zuid richting door de warme bel weergegeven. Volgens de berekeningen wordt momenteel opgewarmd grondwater onttrokken uit de onttrekkingsbron van Van Leer. Waarschijnlijk zal door het oplopen van de temperatuur van het onttrokken grondwater ook de temperatuur van het infiltratiewater hoger komen te liggen.

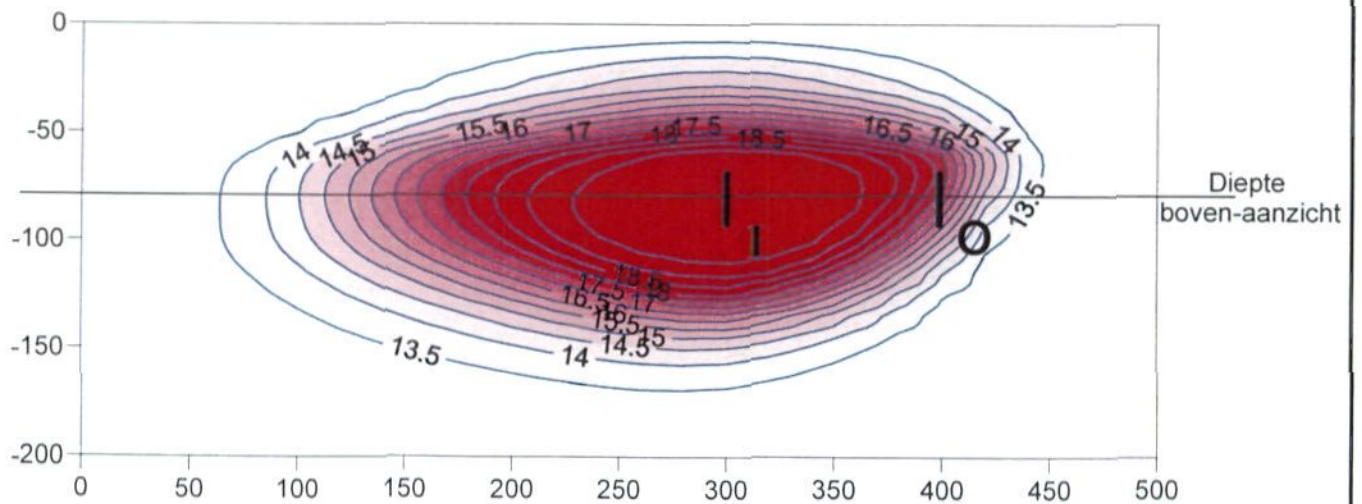
De warme bel rond de infiltratiebron van Van Leer reikt tot maximaal 230 m afstand van de infiltratiebron. De onderzijde van de warme bel ligt op ongeveer 170 m-mv. De warmte reikt daarbij tot op het Overhoeks terrein. Alleen bron K5 bij alternatief 2 heeft al bij aanvang te maken met opgewarmd grondwater. Bij alle alternatieven dient, vooral in de beginfase, rekening gehouden te worden met grotere koudeverliezen doordat er koude wordt verbruikt bij het verdringen van het warme water van Van Leer.

In de figuren 6.8 (alternatief 1), 6.9 (alternatief 2) en 6.10 (alternatief 3) zijn de temperaturen op een diepte van 125 m-mv weergegeven, zoals berekend voor het einde van de winter en het einde van de zomer van 2027. De natuurlijke grondwatertemperatuur ter hoogte van het beoogde filtertraject bedraagt circa 13 °C. In de koude bellen is de temperatuur minimaal 0,5 °C lager dan de natuurlijke grondwatertemperatuur (< 12,5 °C) en in de warme bellen minimaal 0,5 °C hoger (> 13,5 °C). Het contourinterval is 0,5 °C. Na 20 jaar is een temperatuurverandering van 0,5 °C in het opslagpakket mogelijk tot maximaal respectievelijk 210 meter (alternatief 1), 195 meter (alternatief 2) en 200 meter (alternatief 3) vanaf de bronnen.

Ligging verticale dwarsdoorsnede



Schaal 1:10.000



Schaal 1:3.500

Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A 11-08-2006
B -

Onderwerp: Berekende temperatuur in het opslagpakket
bij aanvang KWO (begin 2008) op 77,5 m, [°C].

Figuur: 6.7 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek. NS

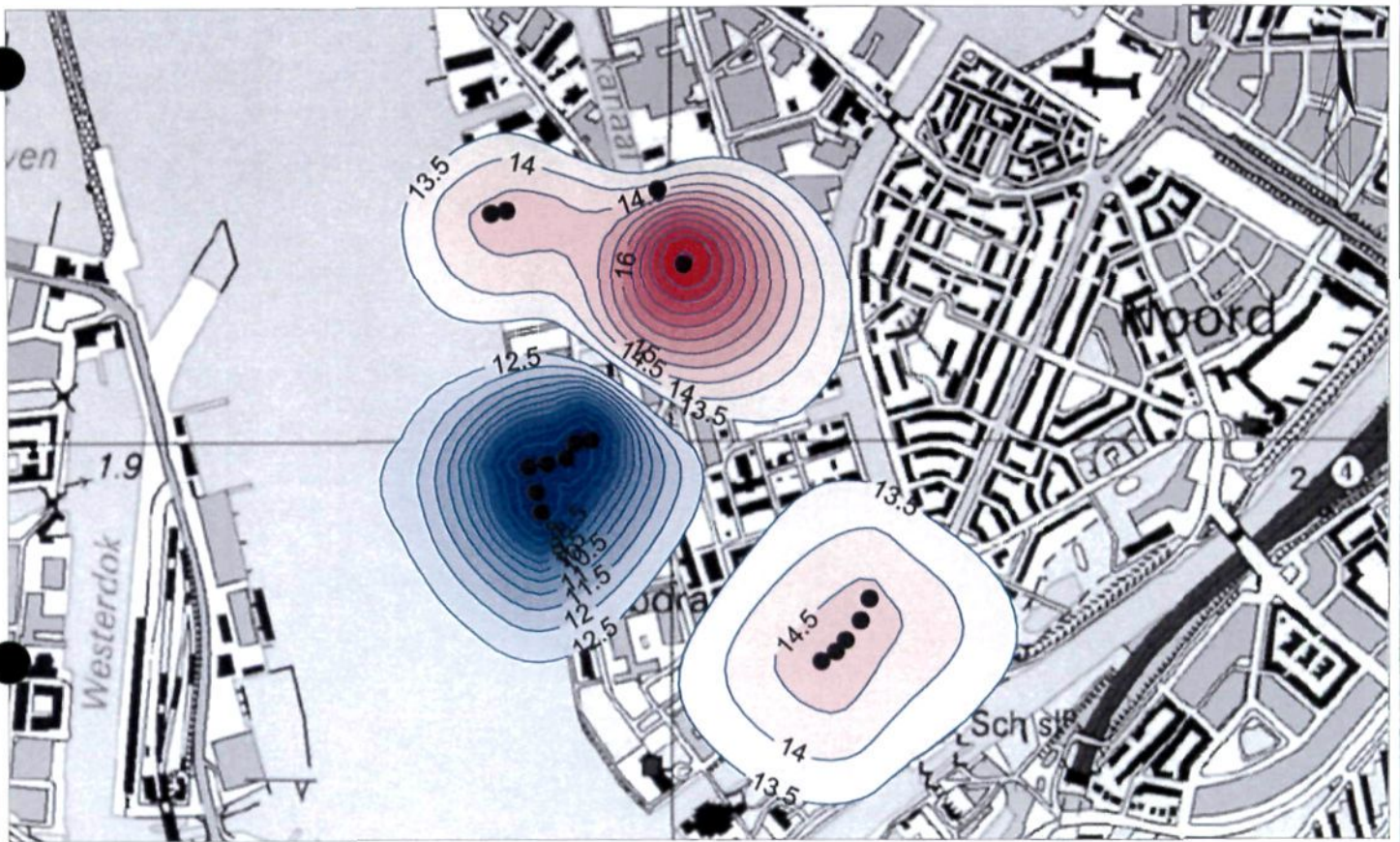
Schaal:

Maat:

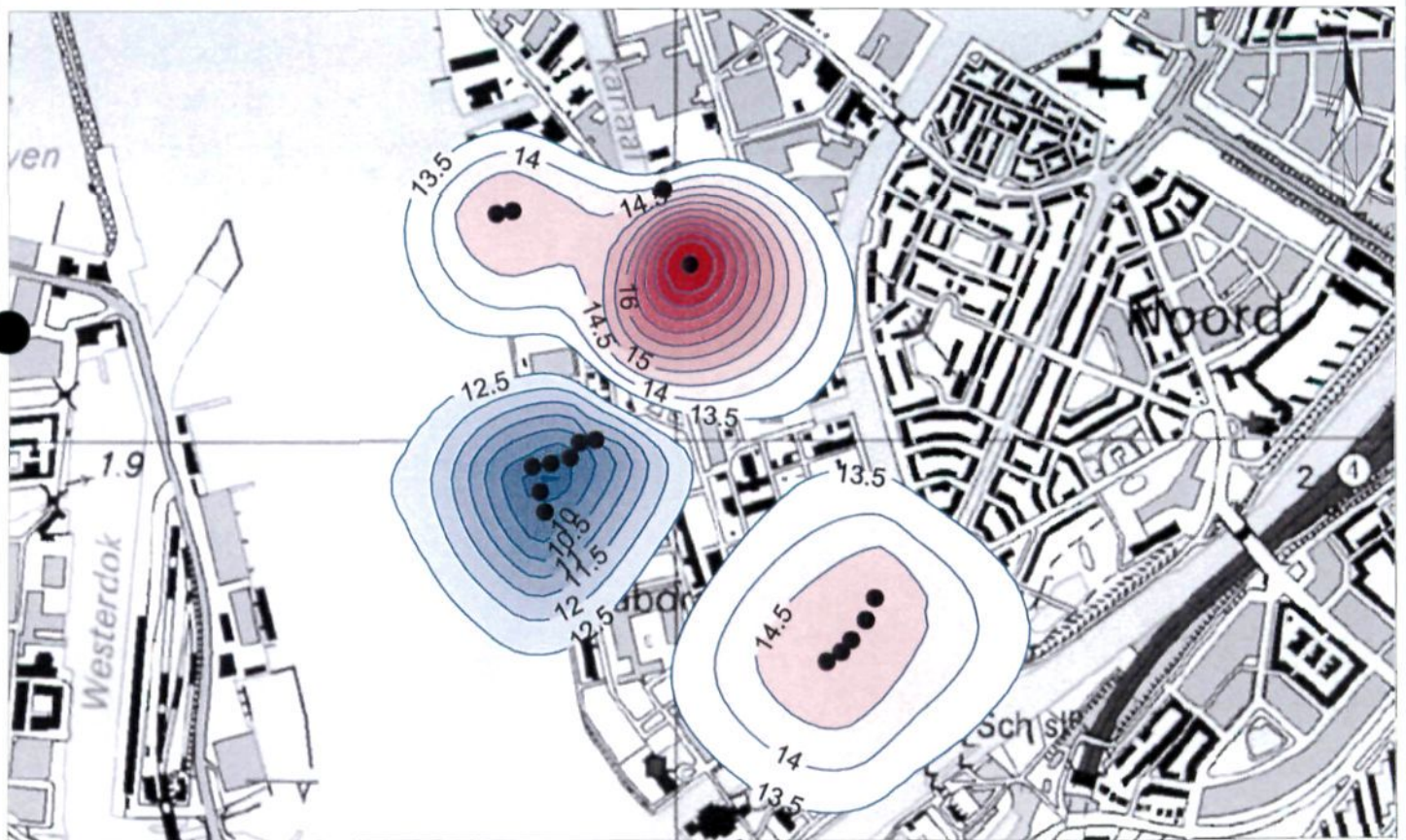
Form. A4



Situatie einde winter



Situatie einde zomer



© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2006]

Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum
A 11-08-2006
B -

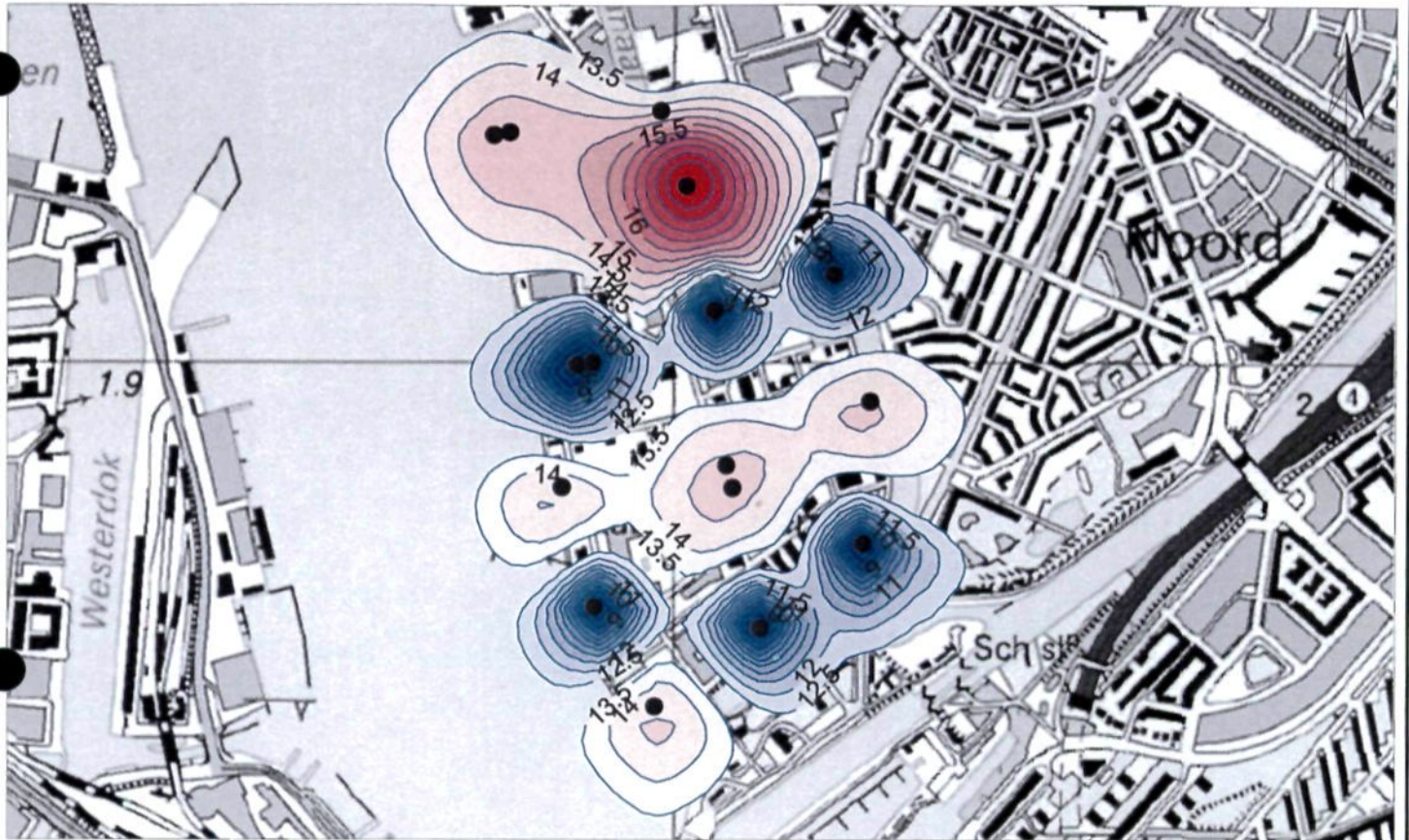
Onderwerp: Berekende temperatuur in het opslagpakket na 20 jaar opslag [°C], alternatief 1 op 125 m

Figuur: 6.8 Status definitief Stadium MER

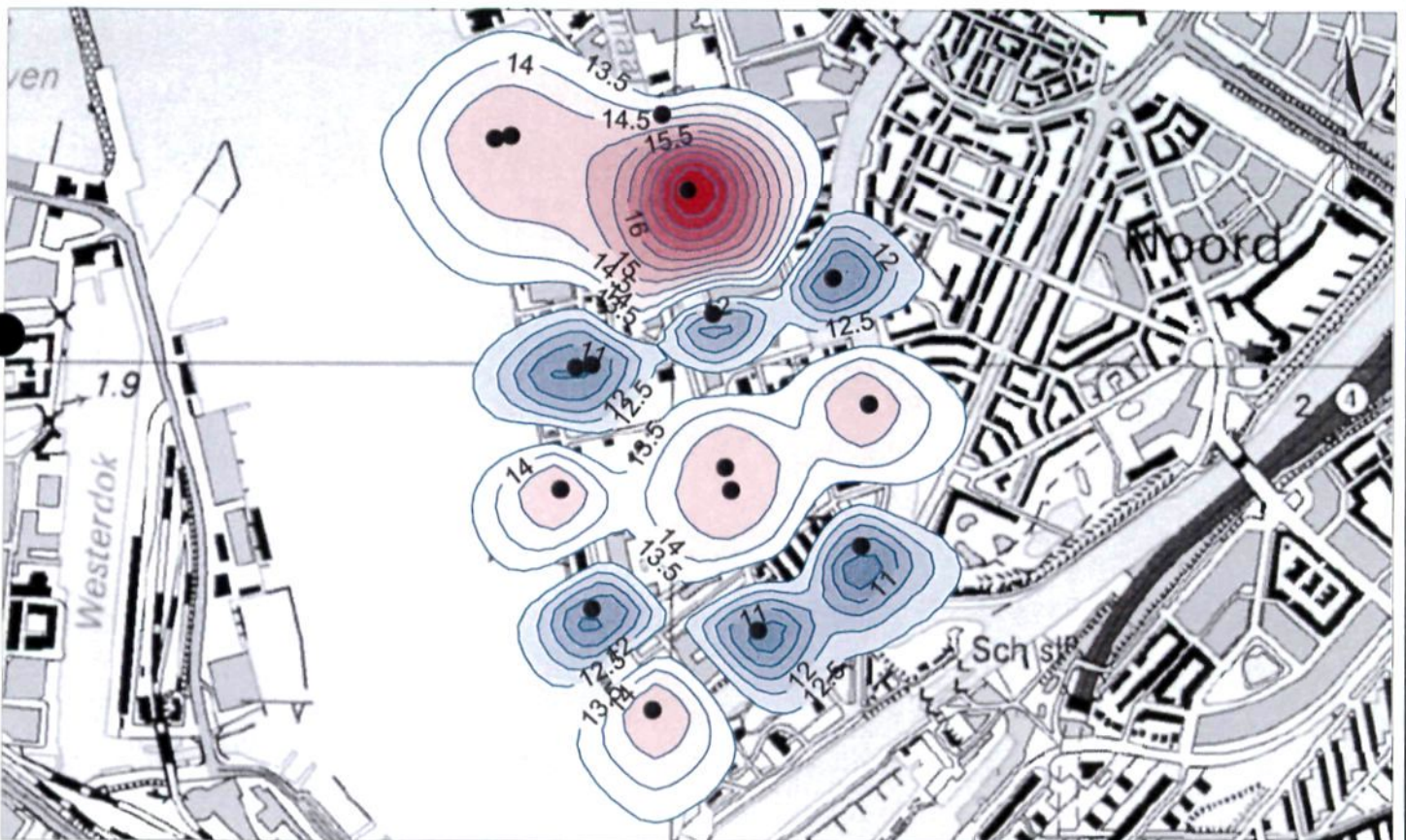
Referentie 55322/BZ Getek. NS Schaal: 1:10 000 Maat Form: A4



Situatie einde winter



Situatie einde zomer



© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2006]

Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A: 11-08-2006
B: -

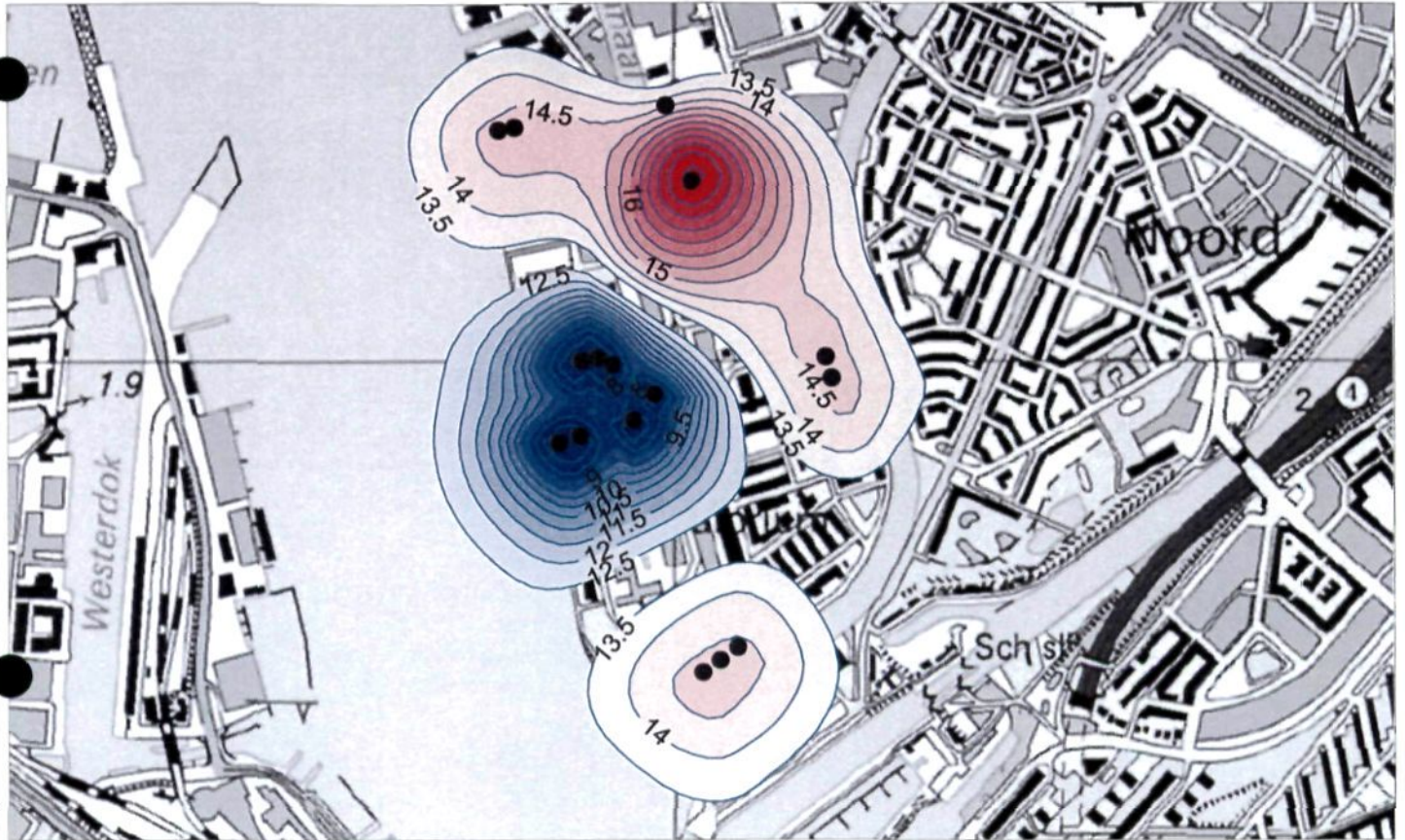
Onderwerp: Berekende temperatuur in het opslagpakket na 20 jaar opslag [°C], alternatief 2 op 125 m

Figuur: 6.9 Status: definitief Stadium: MER

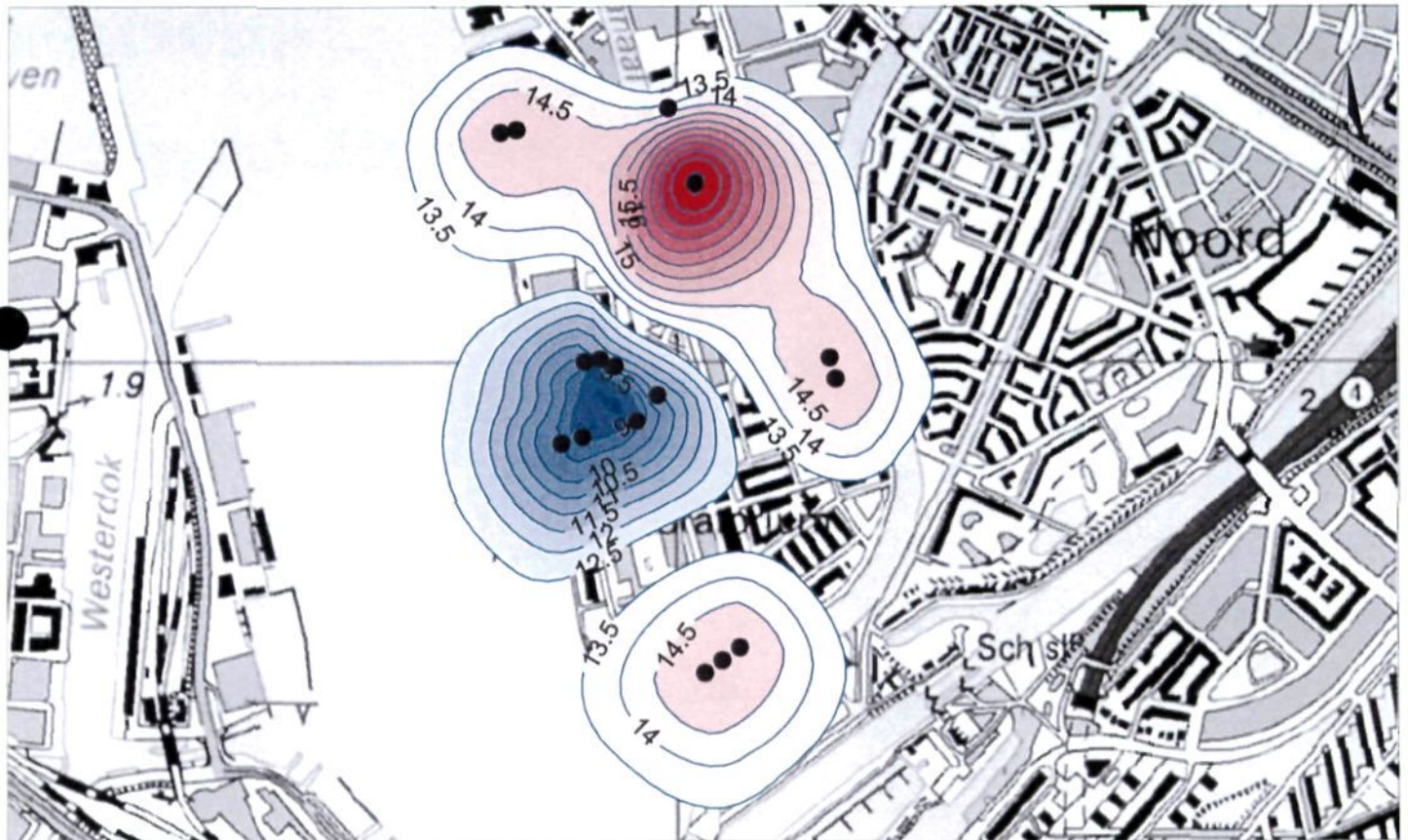
Referentie: 55322/GB Getek. NS Schaal: 1:10.000 Maat: Form: A4



Situatie einde winter



Situatie einde zomer



© Topografische Dienst Kadaster, Emmen [2006]

Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A: 11-08-2006
B: -

Onderwerp: Berekende temperatuur in het opslagpakket na 20 jaar opslag [°C], alternatief 3 op 125 m

Figuur: 6.10 Status definitief Stadium MER

Referentie 55322/BZ Getek NS Schaal 1:10.000 Maat Form A4



6.5 Gevolgen van thermische effecten

6.5.1 Invloed op andere onttrekkingen

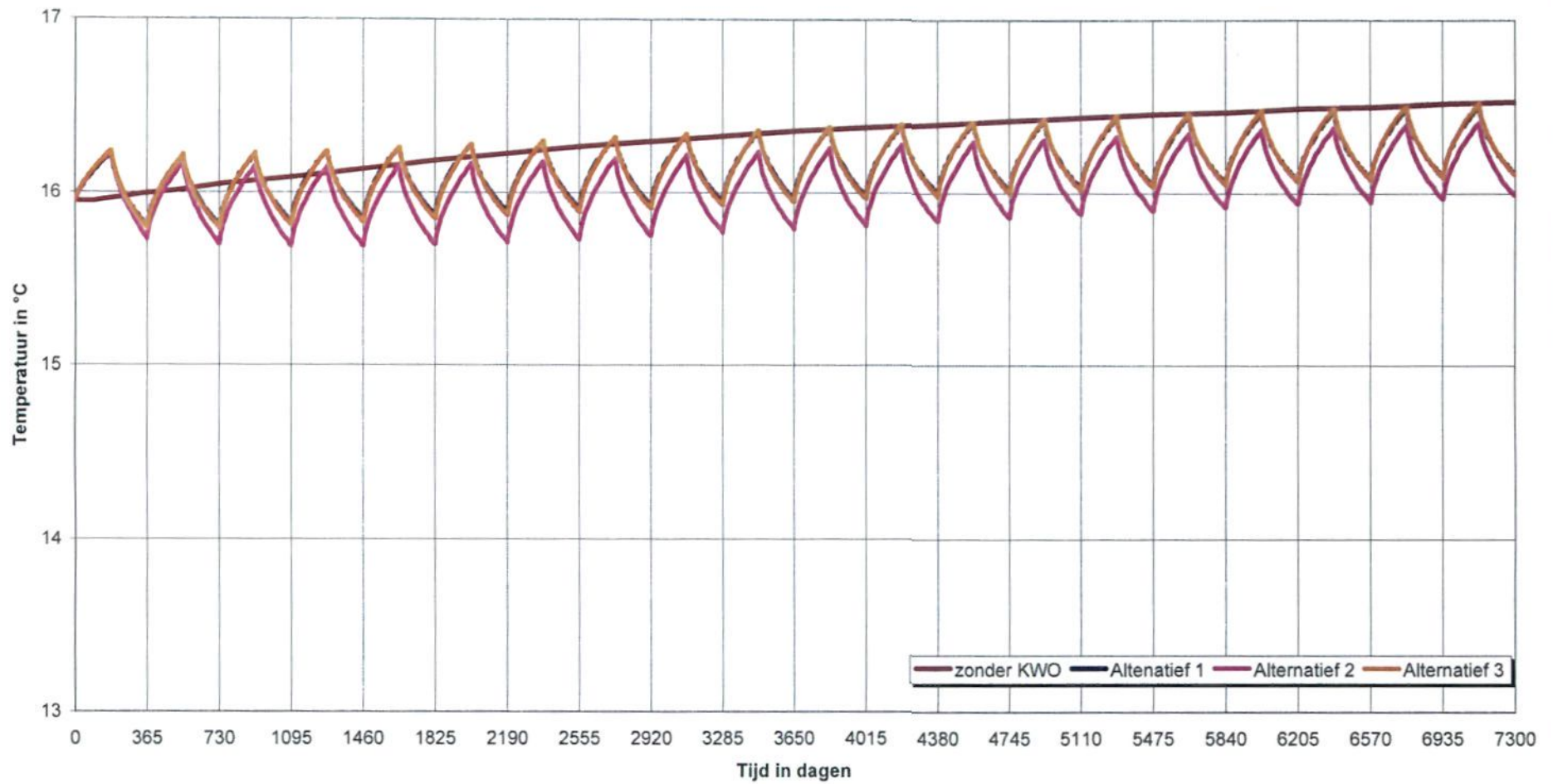
De enige onttrekking die thermisch zou kunnen worden beïnvloed is het systeem van Van Leer. Om de invloed te kwantificeren is de berekende temperatuur van het onttrokken water bij Van Leer voor de drie alternatieven vergeleken met de situatie zonder koude-/warmteopslag.

Figuur 6.11 toont het verloop van de temperatuur in de onttrekkingsbron van Van Leer voor de situatie zonder koude-/warmteopslag en voor de drie alternatieven. Geconcludeerd wordt dat alle drie de alternatieven voor een lichte afname van de onttrekkings-temperatuur zorgen ten opzichte van de situatie zonder koude-/warmteopslag. Aangezien de onttrekking gebruikt wordt voor koelingsdoeleinden is dit voor Van Leer een positief effect.

6.5.2 Invloed op natuurwaarden

Voor alle alternatieven geldt dat de grondwatertemperatuur als gevolg van de koude-/warmteopslag rond de koude bronnen afneemt met ongeveer 6 °C en rond de koude bronnen toeneemt met ongeveer 2 °C. Uitgaande van een dikte boven de warme en koude bellen van 80 m en een gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt van 2,2 W/mK voor de bodem tussen 0 en 80 m-mv, kan een netto warmtestroom worden berekend van 0,16 W/m² bij de koude bronnen en 0,05 W/m² bij de warme bronnen. Deze warmtestroom is bij de koude bronnen neerwaarts gericht en bij de warme bronnen opwaarts. In vergelijking met de dagelijkse in en uitgaande straling aan maaiveld door de zon (100 à 1.000 W/m²) is deze warmtestroom verwaarloosbaar. Meetbare temperatuurveranderingen als gevolg van de koude-/warmteopslag treden dan ook niet op. Thermische effecten op flora en fauna aan maaiveld zijn daarom nihil.

In het HSTWin-3D-model is aan de bovenrand een vaste temperatuur opgegeven. De temperatuur aan het maaiveld verandert dus niet volgens de berekeningen. Bovenstaande geeft aan dat deze benadering juist is.



Welltemp

Versie 15 oktober 2001



Figuur:	6.11	Status:	Definitief	Stadium:	MER
Project nr.:	55322/BZ	Datum:	A: 03-08-2006	get.	BD
Project:	MER Overhoeks	B:			
		C:			
Onderwerp:	Temperatuurverloop in de onttrekkingsbron van Van Leer per alternatief				

6.6 Effecten op de waterkwaliteit

6.6.1 Invloed van de temperatuur

In de omgeving van de bronnen van het koude-/warmteopslagsysteem zal de temperatuur van het grondwater en het sediment (in geringe mate) toenemen (bij de warme bronnen) en afnemen (bij de koude bronnen). Aangezien chemische en microbiologische processen temperatuurafhankelijk zijn, kan deze temperatuurverandering van invloed zijn op de chemische en microbiologische samenstelling van het grondwater. In het verleden is al veel onderzoek gedaan naar het effect van de temperatuur op de grondwatersamenstelling. Ook in het kader van meetprogramma's bij koude-/warmteopslagsystemen is veel onderzoek naar de grondwaterkwaliteit gedaan. Hieronder zijn de belangrijkste conclusies uit deze onderzoeken samengevat [Lit. 15].

Invloed op chemische grondwatersamenstelling

- Door een verandering van de grondwatertemperatuur kunnen chemische evenwichten verschuiven, waardoor bij hoge temperatuur warmteopslag (b.v. 90 °C) neerslag van carbonaten en het oplossen van silicaten kan optreden. Bij temperaturen onder ca. 40 °C is het effect van de temperatuur minimaal. Carbonaten bevatten Ca, Mg, Fe en Mn en de concentratie daarvan wordt daarom ook beïnvloed door de temperatuur;
- Bij hogere temperaturen kunnen chemische reacties sneller verlopen. Dit is echter alleen van belang als er sprake is van een "niet-evenwicht situatie";
- De samenstelling van het cation uitwisselingscomplex wordt beïnvloed door de temperatuur, waardoor de concentratie Ca in het grondwater afneemt en de concentraties K en NH₄ toenemen bij een temperatuurverhoging;
- Een relatie tussen het gehalte opgelost organisch koolstof en de temperatuur is niet aangetoond.

Invloed op microbiologische grondwatersamenstelling

- De biomassa van micro-organismen bestaat uit koolwaterstoffen. Micro-organismen hebben daarom assimileerbaar organisch koolstof nodig om te kunnen groeien. In grondwater is assimileerbaar organisch koolstof vaak niet of nauwelijks aanwezig. Een toename van de temperatuur zorgt daardoor zelden voor een toename van de microbiologische populatie. Als wel assimileerbaar organisch koolstof aanwezig is, kan wel een toename veroorzaakt worden;
- De snelheid waarmee micro-organismen kunnen groeien neemt significant toe bij een toename van de temperatuur;
- Ieder type micro-organisme kan alleen binnen een zeker temperatuurbereik overleven. Veelal is dit bereik ongeveer 30 °C groot. Door een significante verandering van de temperatuur kan daarom een verschuiving in de samenstelling van de microbiologische populatie optreden;
- Bij geen van de onderzoeken is een toename de pathogene bacteriën (bacteriën die ziekte kunnen veroorzaken) waargenomen. Hoewel er aanwijzingen zijn dat Legionella in het grondwater kan overleven, blijkt ook dat Legionella niet kan concurreren met micro-organismen die in het natuurlijke grondwater voorkomen;

- De verstoring van de bodem bij het boren van de bronnen heeft tijdelijk een sterk stimulerende werking op de groei van micro-organismen door een toename van het voedselaanbod. Na enige tijd zakt het aantal micro-organismen weer naar het oorspronkelijke niveau;
- Incidenteel zijn verontreinigingen met humaan faecaal materiaal (aan de mens gerelateerd materiaal) gevonden, mogelijk doordat bij monsternamen contact met niet-steriele huid en dergelijke is opgetreden.

Algemeen

- Veranderingen in de kwaliteit van het toestromende water hebben veelal een grotere invloed op de kwaliteit van het grondwater dan de temperatuurverandering. Wel kan bij warmteopslag opwaartse grondwaterstroming veroorzaakt worden bij de warme bron (als water met een hoge temperatuur wordt geïnfiltrerd, is de dichtheid van dit water lager dan het omgevingswater en heeft dit water de neiging te gaan opdrijven), waardoor water van grotere diepte wordt aangetrokken. Dit diepere grondwater kan een andere kwaliteit hebben.

De gemiddelde infiltratietemperatuur in de winter is 7 °C en in de zomer 15 °C. De afwijking ten opzichte van de natuurlijke grondwatertemperatuur van 13 °C is zeer gering. Er is dan ook geen merkbare verandering van de grondwatersamenstelling als gevolg van de temperatuurveranderingen te verwachten.

6.6.2 Menging van watertypen

De filters van de bronnen van het koude-/warmteopslagsysteem zullen worden geplaatst in het traject van 95 tot 180 m-mv. De kwaliteit van het grondwater kan in de diepte variëren. Zo neemt het chloridegehalte ter hoogte van het koude-/warmteopslagsysteem van de Passenger Terminal in de diepte toe van 2.200 mg/l op 85 m-mv tot respectievelijk 6.300 en 5.900 mg/l op 130 en 175 m-mv. Bij de onttrekking wordt het grondwater van de verschillende diepten gemengd, waardoor de verschillen zullen vervagen.

Het grondwater is over het gehele traject zout. Waarschijnlijk wordt het grondwater rond de bronnen onderin het derde watervoerende pakket iets minder zout en bovenin het derde watervoerende pakket wat zouter. Per saldo wordt dit niet als nadelig beschouwd.

6.6.3 Invloed van het grondwatersysteem

Het grondwater komt in het grondwatercircuit in contact met systeemcomponenten van HDPE, PVC, roestvast staal, brons, rubber en kunststof coatings van kleppen e.d. Deze materialen zullen geen significante verandering in de samenstelling van het grondwater teweeg brengen [Lit. 13].

Het grondwatercircuit zal van het gebouwcircuit door middel van een warmtewisselaar volledig gescheiden worden gehouden. Het gebouwcircuit wordt gevuld met leidingwater. Indien er door slijtage aan de warmtewisselaar een lekkage zou ontstaan waarbij water van het gebouwcircuit naar het grondwatercircuit zou kunnen lekken zal dit direct worden signaleerd door een drukdaling in het gebouwcircuit.

Overigens komt het gebouwwater alleen in aanraking met leidingen, pompen en andere standaard componenten. Een verslechtering van de grondwaterkwaliteit wordt niet veroorzaakt.

Het grondwatercircuit wordt luchtdicht en onder overdruk ten opzichte van de atmosfeer gehouden, zodat contact van het grondwater met de atmosfeer is uitgesloten. Dit betekent dat er geen lucht kan toetreden en het in het grondwater aanwezige ijzer in oplossing zal blijven.

6.6.4 Gebruik van chemicaliën bij spuien

Om verstopping van de bronnen tegen te gaan zullen de bronnen enkele keren per jaar worden gespuid. Hierbij wordt gedurende enige tijd met het maximale debiet grondwater onttrokken uit de betreffende bron en geloosd op het IJ. Bij het spuien van de bronnen worden geen chemicaliën gebruikt. Alleen in geval van een hardnekkige verstopping kan het nodig zijn chemicaliën te gebruiken. Mocht het gebruik van chemicaliën nodig zijn, dan zal dat in overleg met het bevoegd gezag (de Provincie) gebeuren. De chemicaliën (b.v. zoutzuur) worden na gebruik weer volledig aan de bodem onttrokken en hebben daardoor geen blijvende gevolgen voor de grondwaterkwaliteit.

6.7 Gevolgen voor ondergronds ruimtegebruik

Het koude-/warmteopslagsysteem heeft alleen noemenswaardige invloed in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket. Doordat sprake is van zout grondwater zijn er in de praktijk maar weinig andere onttrekkingen op deze diepte. Volgens het overzicht onttrekkingen van de provincie Noord-Holland zijn in de omgeving alleen andere koude-/warmteopslagsystemen aanwezig en de onttrekking/infiltratie van Van Leer (ook voor koelingsdoeleinden). De interactie tussen een eventuele nieuwe belanghebbende en de koude-/warmteopslag kan optreden op twee vlakken, namelijk hydrologisch en thermisch.

Hydrologische interactie

Het technisch functioneren van het koude-/warmteopslagsysteem is slechts in beperkte mate afhankelijk de stijghoogte. Veelal wordt de stijghoogte in de bron gemonitord en zijn daaraan onderhouds- en alarmniveaus gekoppeld. Dit is bedoeld om een eventuele verstopping te constateren, zodat (tijdig) maatregelen getroffen kunnen worden. Een andere onttrekking kan de stijghoogte zo beïnvloeden dat het onderhouds- of alarmniveau wordt aangesproken. Als vooraf bekend is wat de invloed van de andere onttrekking is, dan kunnen de onderhouds- en alarmniveaus daarop worden aangepast. Desondanks heeft een relatief klein hydrologisch invloedsgebied de voorkeur.

Een andere onttrekking zou ook van invloed kunnen zijn op de grondwaterstroming, die op zijn beurt weer van invloed is op de koude-/warmteopslag. Alleen onttrekkingen op korte afstand van de locatie zouden een significante invloed op de grondwaterstroming kunnen hebben.

Nieuwe onttrekkingen van enige omvang zijn vergunningplichtig in het kader van de Grondwaterwet. Onderdeel van de vergunningprocedure is het beoordelen of de invloed van de nieuwe onttrekking op de bestaande onttrekkingen acceptabel is. Als nadelige gevolgen mogelijk zijn, dan zal de Provincie de vergunninghouder daarvan op de hoogte stellen en kan eventueel een regeling getroffen worden. De bescherming van de koude-/warmteopslag is op deze manier dus al geregeld. Het is dan ook niet nodig om een "beschermingszone of boringsvrije zone" op te nemen rond de koude-/warmteopslag.

Eventuele nieuwkomers dienen rekening te houden met de hydrologische effecten van de koude-/warmteopslag (zie paragraaf 6.2). De hydrologische effecten van de koude-/warmteopslag zouden normaalgesproken geen belemmering moeten vormen voor eventuele nieuwkomers.

Thermische interactie

De temperatuur van het onttrokken grondwater is bepalend voor het functioneren van de koude-/warmteopslag. Als er een nieuw koude-/warmteopslagsysteem op korte afstand van Overhoeks gepland is kan deze de temperatuur bij de koude-/warmteopslag Overhoeks beïnvloeden. Ook hierbij geldt dat de procedure voor de vergunning Grondwaterwet moet worden doorlopen en dat hierbij de bestaande onttrekkingen een "beschermde status hebben". Een nieuw koude-/warmteopslagsysteem kan daarom alleen vergund worden als de invloed op de bestaande koude-/warmteopslag Overhoeks verwaarloosbaar of positief is. Als de invloed negatief is, zal geen vergunning worden verleend of moet er een regeling tussen beide partijen getroffen worden.

Door de koude-/warmteopslag Overhoeks zal de temperatuur van het grondwater in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket ter plaatse worden beïnvloed (zie paragraaf 6.4). De invloed op de grondwatertemperatuur blijft echter beperkt tot de directe omgeving van Overhoeks (maximaal 200 m vanaf de bronnen alternatief 3, waarvoor vergunning wordt aangevraagd). Alleen op zeer korte afstand van Overhoeks zou de koude-/warmteopslag van Overhoeks daardoor beperkend kunnen zijn voor nieuwe koude-/warmteopslagsystemen in de directe omgeving. In bepaalde gevallen zou de aanwezigheid van de warmte (koude alleen aan de kant van het IJ) echter ook een voordeel kunnen zijn (al warmte aanwezig).

Ook voor de thermische interactie is geen beschermingszone of boringsvrije zone noodzakelijk.

Tot slot moet hier nog aan worden toegevoegd dat de koude-/warmteopslag niet boven alles gaat. Mocht er een belangrijkere toepassing in het gecombineerde tweede/derde watervoerende pakket gepland zijn die het functioneren van de koude-/warmteopslag hindert of waarbij de koude-/warmteopslag niet meer kan worden gebruikt, dan kan daarvoor een regeling worden getroffen.

6.8 Hersteltijd van het grondwatersysteem

Mocht de koude-/warmteopslag op een zeker moment worden beëindigd, dan blijft de opgeslagen koude en warmte in het grondwater achter. Als gevolg van grondwaterstroming, geleiding, diffusie en dispersie zullen temperaturen in de loop van de tijd weer langzaam richting de omgevingstemperatuur opschuiven. Om een idee te krijgen hoe lang het duurt voordat de temperatuur en de bodem weer hersteld is, is het HSTWin-3D model na afloop van de 20 jarige periode van koude-/warmteopslag nog 250 jaar doorgerekend zonder koude-/warmteopslag. Hierbij is aangenomen dat ook het systeem van Van Leer is stopgezet.

In de figuren 6.12, 6.13 en 6.14 zijn de berekende temperaturen na 100 jaar, 200 jaar en 250 jaar weergegeven voor respectievelijk alternatief 1 (figuur 6.12), alternatief 2 (figuur 6.13) en alternatief 3 (figuur 6.14). De figuren geven aan dat er geen grote verschillen zijn in de nog resterende temperatuursinvloed na 250 jaar. De warme bel blijft langer zichtbaar, dan de koude bel. Het gaat hierbij echter grotendeels om de warmte die door het systeem van Van Leer is achtergelaten. De lange hersteltijd wordt veroorzaakt door de goede isolerende eigenschappen van de bodem. De goede isolerende eigenschappen van de bodem zorgen er tevens voor dat de techniek van koude-/warmteopslag werkt.

Geconcludeerd wordt dat de invloed van de koude-/warmteopslag nog enige honderden jaren na het beëindigen merkbaar zal blijven. Het gaat hierbij overigens om geringe temperatuurverschillen (0,5 à 1,0 °C na 100 jaar).

Situatie na 100 jaar



Situatie na 200 jaar



Situatie na 250 jaar



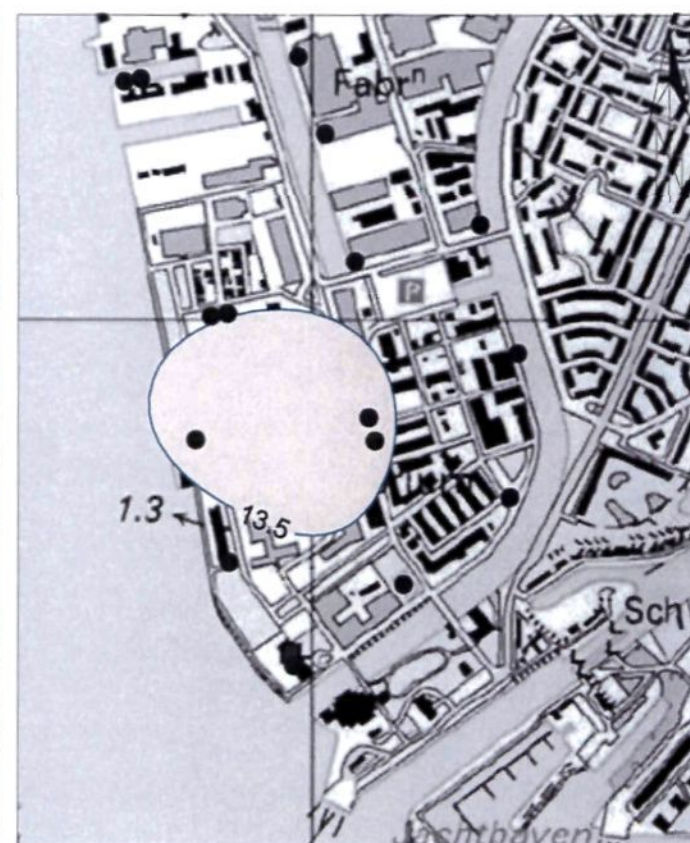
Situatie na 100 jaar



Situatie na 200 jaar



Situatie na 250 jaar



Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

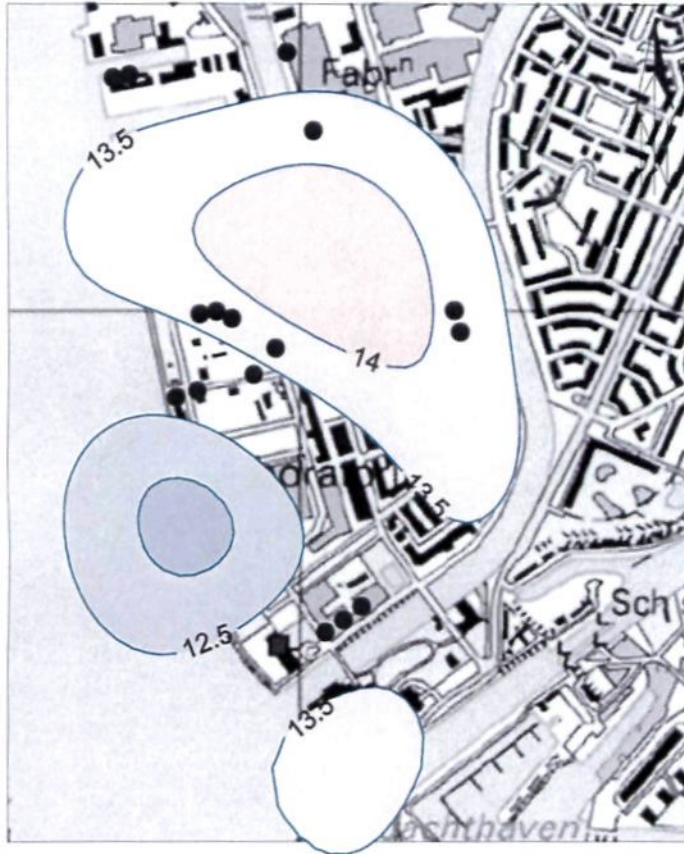
Datum:
A: 11-08-2006
B: -

Onderwerp: Berekende temperatuur in het opslagpakket na 100, 200 en 250 jaar na stopzetten [°C], alternatief 2 op 125 m

Figuur: 6.13 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek.: NS Schaal: 1:10.000 Maat: Form: A4

Situatie na 100 jaar



Situatie na 200 jaar



Situatie na 250 jaar



Project: MER koude-/warmteopslag Overhoeks te Amsterdam

Datum:
A: 11-08-2006
B: -

Onderwerp: Berekende temperatuur in het opslagpakket na 100, 200 en 250 jaar na stopzetten [°C], alternatief 3 op 125 m

Figuur: 6.14 Status: definitief Stadium: MER

Referentie: 55322/BZ Getek.: NS Schaal: 1:10.000 Maat: Form.: A4