

Duurzamer met behulp van grondwater

Karlijn Kerstens

Onderzoeksvraag

Zijn de watervoerende pakketten (WVP) in Arnhem-Noord geschikt voor warmte- en koudeopslag (WKO)?

Gebiedsbeschrijving

Arnhem is de hoofdstad van Gelderland. De **Rijn** stroomt door Arnhem heen en scheidt de stad daarbij in Arnhem-Noord en Arnhem-Zuid. Arnhem is duidelijk te verdelen in twee fysisch geografische eenheden. De ondergrond van Arnhem-Noord bestaat uit een gestuwd complex en Arnhem-Zuid uit een rivierengebied.¹ Het bodemtype van Arnhem-Noord bestaat uit een grove zandige en grindhoudende afzettingen van gletsjers en daar tussen klei- en leemlagen.¹



Figuur 1: Arnhem-Noord rechts van de Rijn (heuvelachtig) en Arnhem-Zuid links van de Rijn (vlak).²

Men kan gebruik maken van **grondwater** voor WKO, waarbij het koude grondwater in de zomer wordt gebruikt om gebouwen te koelen en in de winter wordt het opgeslagen warme water in de bodem gebruikt voor verwarming. Deze techniek heeft 95% energiebesparing op koelings en 40-50% op verwarming.³

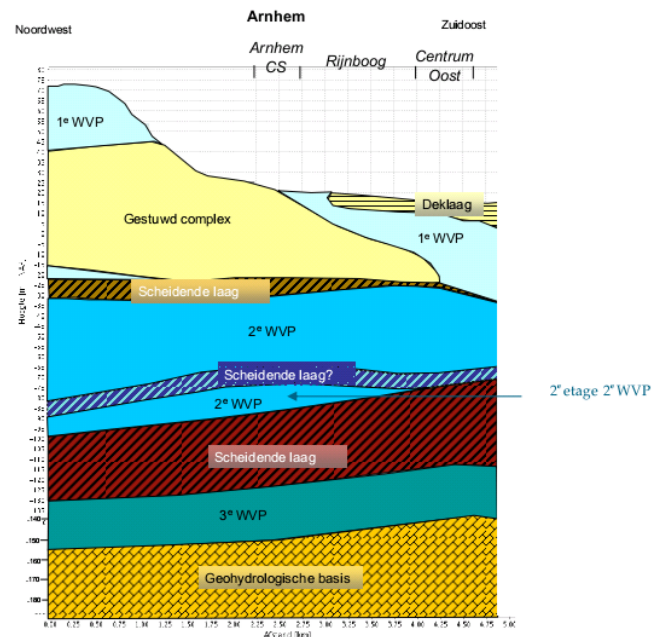
De criteria voor bruikbare **watervoerende pakketten** zijn: **waterdoorlatendheid**, homogeniteit van zandpakketten, lage **stroomsnelheid**, redoxgrensvlak zoet/zoutgrensvlak, wettelijk kader.¹

Resultaten

Het 1^e WVP bevat in Arnhem-Noord een dikte van 40 m en een zeer heterogene doorlatendheid door de klei- en leemlagen in het grove zandpakket. Daardoor heerst er sterke variatie in snelheid van het grondwater.¹

Het 2^e WVP bevat in Arnhem-Noord een dikte van 45 m en matig fijn tot grof zand. De doorlatendheid varieert hier lokaal sterk en daardoor ook de stroomsnelheid die circa 200 m/jr is.¹ Ook heerst er een redoxgrensvlak. Bovenin is het zuurstofrijk, maar onderin vindt er zuurstof arm grondwater plaats met ijzer(II)ionen. Door menging van deze twee lagen **oxideren** de ijzer(II)ionen en de ontstane ijzeroxiden veroorzaken putverstoppingen.¹

Het 3^e WVP bevat in Arnhem-Noord een dikte van 25 m en matig fijn tot zeer grof zand waar ook schelpresten en kleilaagjes voorkomen.³ Het pakket heeft een zeer goede doorlatendheid. De stroomsnelheid is in dit pakket 25 tot 50 m/jr.⁴ (zie voor alle WVP figuur 2 en de bijbehorende bodemopbouw tabel 1)



Figuur 2: Bodemopbouw Arnhem Centraal, Rijnboog en Centrum Oost. In dit onderzoek kijken we alleen naar Arnhem CS.¹

Diepte (m -mv.)	Geohydrologische classificatie	Geologische formatie	Bodemparameters (KD of c)	Redoxcondities
0-5	Deklaag	Echteld	200 d	
5-37	1 ^e WVP	Boxtel, Kreftenheye, Drenthe, Urk	800-2.000 m ² /d	Zuurstofrijk
37-42	Eerste scheidende laag	Waalre	100-700 d	
42-95	2 ^e WVP	Waalre en Peize	1.500-3.000 m ² /d	Zuurstofrijk met overgang naar gereduceerd
95-137	Tweede scheidende laag	Maassluis	6.000-8.000 d	
137-165	3 ^e WVP	Maassluis, Oosterhout	500-1.000 m ² /d	Gereduceerd
>165	Geohydrologische basis	Oosterhout, Breda	-	

Tabel 1: Indicatieve bodemopbouw Arnhem CS, Rijnboog, Centrum Oost en kritische parameters voor WKO.¹

Conclusie

Er zijn drie watervoerende pakketten (WVP) die onder Arnhem-Noord doorstromen. Niet alle watervoerende pakketten zijn geschikt voor warmte- en koudeopslag (WKO). Volgens de criteria voor bruikbare watervoerende pakketten is alleen het 3^e WVP geschikt voor WKO door haar goede doorlatendheid en een stroomsnelheid waarbij WKO ingepast kan worden. Het 1^e WVP is niet geschikt door de heterogene doorlatendheid en variatie in de stroomsnelheid. Het 2^e WVP is niet geschikt doordat de doorlatendheid lokaal varieert en daardoor ook de stroomsnelheid (200 m/jr), die gemiddeld overigens te hoog is voor inpassing van WKO. Ook heerst hier een redoxgrensvlak die putverstopping veroorzaakt, waardoor het plaatsen een WKO-systeem niet gunstig is.

Referenties

¹ 12 april 2010, 'Masterplan voor de ondergrond van Arnhem en projectgebieden Arnhem CS, Rijnboog en centrum Oost', Arcadis.

² http://malburger.nl/wijkinformatie/malburgen_lucht_oostnoord/ 27-11-15

³ <https://nl.wikipedia.org/wiki/Koude-warmteopslag> 24-11-15

⁴ Regis en effectenstudie Arnhem Centraal