

→ M.G.

DIEPE GEOTHERMIE IN NEDERLAND

Nadere reservoirkarakterisering en technische- en economische aspecten van hergebruik van verlaten putten.

Rijks Geologische Dienst
Hoofdafdeling Diepe Ondergrond
Haarlem, april 1987
Rapportnummer: 87KAR08

Opdrachtgever: Projectbeheerbureau Energieonderzoek

Auteurs : Drs. J.V.M. Brugge (RGD)
Drs. Th.H.M. van Doorn (RGD)
Dhr. J.B.J. Beekman (DGV/TNO)
Drs. H.R. Schoute (DGV/TNO)

SAMENVATTING

De nadere karakterisering van drie gesteentereservoirs in de diepe ondergrond van Nederland, de zandsteenlaagpakketten van de Vlieland Formatie (Onder-Krijt), de Bunter Groep (Onder-Trias) en de Slochteren Zandsteen (Onder-Perm), betreft van elk hiervan de lithologie, lithostratigrafie, reservoir-dikten en diepteligging, structureel-geologische gesteldheid en hydraulische eigenschappen. Waar aanwezig en herkenbaar op grond van de beschikbare informatie worden trends aangegeven in de horizontale- en verticale variatie van de genoemde reservoirkarakteristieken. Naast uit publikaties is informatie hierover afkomstig uit de archieven van de Rijks Geologische Dienst, om welke reden de karakterisering geschiedt op een de vertrouwelijkheid van bepaalde gegevens geheel respecterende wijze.

Verscheidene, in de olie-industrie routinematig toegepaste technieken om verlaten putten te heropenen en technieken om deze vervolgens in te richten als produktie- of injectieput voor de exploitatie van aardwarmte worden beschouwd. Gewezen wordt op een aantal implicaties van het hergebruiken van oude putten. Kostenindicaties en kostenverlijkingen worden gedaan voor verschillende wijzen waarop bruikbare test- en exploitatieputten kunnen worden verkregen.

Enkele juridische aspecten met betrekking tot overname van verlaten putten en het winnen van aardwarmte worden kort beschouwd.

INHOUD

	<u>blz.</u>
-	Lijst van figuren, tabellen en bijlagen
	1
1.	Inleiding
	3
2.	Geologische- en geohydrologische karakterisering van reservoirs in vier deelgebieden
	4
2.1	Inleiding
	4
2.2	Deelgebied-1: noordelijk Noord-Holland
	7
2.2.1	Inleiding
	7
2.2.2	Paleogeografie
	7
2.2.3	Lithologie
	9
2.2.4	Structurele geologie
	13
2.2.5	Porositeit, permeabiliteit, temperaturen
	13
2.2.6	Overige put-informatie
	16
2.2.6.1	Put-situaties en onderlinge posities
	16
2.2.6.2	Put-afwerking
	17
2.3	Deelgebied-2: zuidelijk Zuid-Holland en noordwestelijk Noord-Brabant
	20
2.3.1	Inleiding
	20
2.3.2	Paleografie
	20
2.3.3	Structurele geologie
	24
2.3.4	Lithologie en lithostratigrafie
	24
2.3.5	Overige put-informatie
	29
2.3.5.1	Temperaturen
	29
2.3.5.2	Afstanden tussen putten
	29
2.3.5.3	Boor-technische informatie en put-afwerkingen
	29
2.4	Deelgebied-3: zuidelijk Zuid-Holland
	34
2.4.1	Inleiding
	34
2.4.2	Paleogeografie
	36
2.4.3	Structurele geologie
	38
2.4.4	Lithologie
	38
2.4.4.1	Rijswijk Zandsteen
	38
2.4.4.2	Berkel Zandsteen
	39
2.4.4.3	IJsselmonde Zandsteen
	39
2.4.5	Overige put-informatie
	40
2.4.5.1	Temperaturen
	40
2.4.5.2	Afstanden tussen putten
	40
2.4.5.3	Boor-technische informatie en put-afwerkingen
	41
2.5.	Deelgebied-4: oostelijk midden-Friesland
	45
2.5.1	Inleiding
	45
2.5.2	Paleogeografie
	45
2.5.3	Structurele geologie
	45
2.5.4	Lithologie
	47
2.5.4.1	Slochteren Zandsteen
	47
2.5.4.2	Zandsteen-laagpakketten van het Onder-Trias en Onder-Krijt
	51
2.5.5	Vergelijking van de Slochteren Zandsteen in midden-Friesland met die in Noord-Holland
	51
2.5.6	Boor-technische informatie en put-afwerkingen
	52

3.	Put-technische en economische aspecten van hergebruik van dry holes	56
3.1	Inleiding	56
3.2	Dry holes	57
3.3	Uitgangspunten	59
3.4	Technische aspecten	60
	3.4.1 Voorbereiding	60
	3.4.2 Het openen van een reservoir	61
	3.4.3 Afwerking	62
	3.4.4 Materialen en constructies	63
3.5	Economische aspecten	65
	3.5.1 Basisaannamen	65
	3.5.2 Kosten van hergebruik en van nieuwe boringen	66
3.6	Risico	70
3.7	Hergebruik in de vier onderzochte deelgebieden	71
	3.7.1 Deelgebied-1	72
	3.7.2 Deelgebied-2	72
	3.7.3 Deelgebied-3	73
	3.7.4 Deelgebied-4	73
4.	Juridische aspecten	74
5.	Conclusies en aanbevelingen	76
-	Literatuur	79
-	Bijlagen	

FIGUREN, TABELLEN EN BIJLAGEN

<u>Figuur</u>		<u>blz.</u>
2.1	Stratigrafische positie van de zandsteen-laagpakketten in Nederland	5
2.2	Schetskaart van de verbreiding van de bestudeerde reservoirs over Nederland	6
2.3	Paleogeografie van het Rotliegend	8
2.4	Lithostratigrafie van de Slochteren Zandsteen in noordelijk Noord-Holland	12
2.5	Schematische weergave van de structurele stijl van het Rotliegend in Noord-Holland	14
2.6	Variatiekarakteristiek van de porositeit en de permeabiliteit in de Slochteren zandsteen in Noord-Holland	15
2.7	Schematische weergave van mogelijke relaties tussen putposities	16
2.8	Samengestelde put-situaties in deelgebied-1	19
2.9	Paleogeografie van het Scythien	22
2.10	Subcrop-kaart onder de Hardeggen discordantie	23
2.11	Verbreiding van de Hoofd-Bontzandsteen en de Bunter Groep in Nederland	26
2.12	Lithostratigrafie, kleigehalte en porositeit - Midden-Bunter Formatie, deelgebied-2	27
2.13	Structureel profiel door de Rijswijk Provincie	28
2.14	Dieptekaart van de top van de Delfland Formatie	28
2.15	Afwerkingsschema - put 1, deelgebied-2	31
2.16	Afwerkingsschema - put 2, deelgebied-2	33
2.17	Verbreiding van de zandsteenlaagpakketten van de Vlieland Formatie in deelgebied-3	35
2.18	Paleogeografie van het Onder-Krijt	37
2.19	Afwerkingsschema-put 1, deelgebied-3	42
2.20	Afwerkingsschema-put 2, deelgebied-3	44
2.21	Geologische profiel tussen SE en NE Nederland	46
2.22	Lithostratigrafie en kwaliteits-indicaties van de Slochteren Zandsteen in deelgebied-4	49
2.23	Relatieschets tussen porositeit en permeabiliteit van de Slochteren Zandsteen in deelgebied-4	50
2.24	Afwerkingsschema-put 1, deelgebied-4	53
2.25	Afwerkingsschema-put 2, deelgebied-4	55

Toegevoegd als Bijlage 3: Figuren 3.1 t/m 3.12

<u>Figuur</u>		<u>blz.</u>
3.1	Mijnreglement - verlaten van boorgaten	
3.2	Oude put- injectie/productie; 2500 m	
3.3	Nieuwe pompput; 2500 m	
3.4	Nieuwe injectieput; 2500 m	
3.5	Oude put- injectie/productie; 1500 m	
3.6	Oude put, geperforeerd - injectie/productie; 1500 m	
3.7	Nieuwe pompput; 1500 m	
3.8	Nieuwe injectieput; 1500 m	
3.9	Oude put - injectie/productie; 900 m	
3.10	Oude put, geperforeerd - injectie/productie; 900 m	
3.11	Nieuwe pompput; 900 m	
3.12	Nieuwe injectieput; 900 m	
Tabel 1	Globale kostenvergelijking - productieputten	68
Tabel 2	Globale kostenvergelijking - injectieputten	69
Bijlage 1	Uitgangspunten bij kostenberekeningen	
Bijlage 2	Bills of quantities - 2500 m, 1500 m, 900 m	
Bijlage 3	Figuren 3.1 t/m 3.12	
Bijlage 4	Open putgegevens van de putten in elk der deelgebieden	

DIEPE GEOTHERMIE IN NEDERLAND

Nadere reservoirkarakterisering en technische- en economische aspecten van hergebruik van verlaten putten.

1. INLEIDING

Voorliggend rapport betreft een studie, uitgevoerd in het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Aardwarmte en Energieopslag in Aquifers (NOAA; 1985 - 1989) naar de mogelijkheden voor "Diepe Geothermie" in Nederland.

Het doel van deze studie is tweeledig:

1. Nadere geologische/geohydrologische karakterisering van een aantal aardlagen in de diepe ondergrond van Nederland. Het betreft hier drie zandsteenlaagpakketten uit het
 - i Onder-Krijt (Rijnland Groep - Vlieland Formatie),
 - ii Onder-Trias (Hoofd-Bontzandsteen Formatie/Bunter Groep),
 - iii Onder-Perm (Boven-Rotliegend - Slochteren Zandsteen).Op grond van een eerder, in het kader van NOA-1 (1979 - 1984) door de Rijks Geologische Dienst uitgevoerde inventarisatiestudie worden deze laagpakketten in gedeelten van hun verbredingsgebied voor mogelijk geschikt gehouden voor geothermische toepassingen (RGD, 1982, 1983a, 1983b) (zie Figuur 2.2).
2. Onderzoek naar de technische- en kosten aspecten in geval van exploitatie van aardwarmte uit bovengenoemde aardlagen. Deze studie is toegespitst op de mogelijkheden van hergebruik van door oliemaatschappijen geboorde putten, die door het niet aantreffen van (economisch winbare hoeveelheden) olie of gas zijn verlaten. Tevens worden technische- en economische aspecten van geheel nieuw te construeren putten beschouwd, welke daarna worden vergeleken met die van hergebruik van bestaande, verlaten putten.

2. GEOLOGISCHE- EN GEOHYDROLOGISCHE KARAKTERISERING VAN RESERVOIRS IN VIER DEELGEBIEDEN

2.1 Inleiding

In het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Aardwarmte (NOA-1; 1979 - 1984) werd door de Rijks Geologische Dienst studie verricht met het doel het geothermisch potentieel aan diep gelegen watervoerende aardlagen (aquifers) in Nederland aan te geven. Geschikte aquifers moeten voldoen aan voorwaarden van voldoende dikte, waterdoorlatendheid en laterale continuïteit. Op grond van deze criteria werden drie zandsteenlaagpakketten geselecteerd, te weten (van jong naar oud)

1. de zandstenen van de Vlieland Formatie (Rijnland Groep; Onder-Krijt),
2. de zandstenen van de Hoofd-Bontzandsteen Formatie en de Bunter Groep (Onder-Trias) en
3. de zandstenen en conglomeraten van de Slochteren Zandsteen (Boven-Rotliegend Groep; Onder-Perm).

De stratigrafische positie van deze laagpakketten is aangegeven in Figuur 2.1 en hun verbreiding in de Nederlandse ondergrond is geschetst in Figuur 2.2.

In de nu in het kader van het NOAA uitgevoerde studie is elk van deze laagpakketten in tenminste één deelgebied nader beschouwd.

De informatie hiervoor is afkomstig uit

- het archief van de RGD - hoofdafdeling Diepe Ondergrond,
- rapporten van de Rijks Geologische Dienst
- publikaties

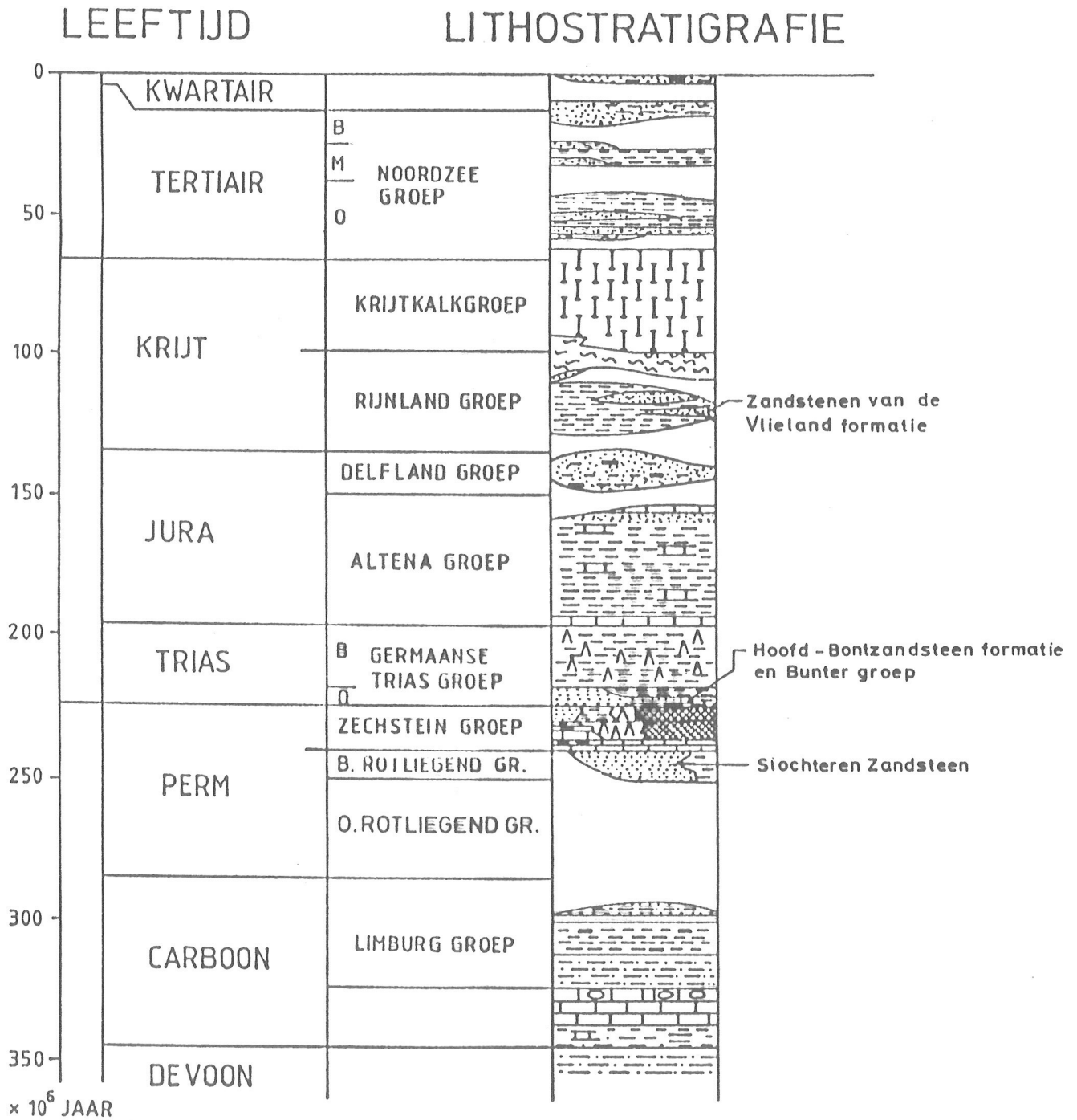
Het vertrouwelijk karakter van een deel van deze informatie is mede bepalend voor de vorm van presentatie van de resultaten van deze studie.

Bij de selectie van de verschillende deelgebieden werden de volgende punten overwogen:

- de te verwachten kwaliteit van de aquifers (op basis van eerder genoemde RGD-rapporten),
- de aanwezigheid van voldoende informatie over het reservoir ter plaatse,
- de ligging ten opzichte van potentiële energie-afnemers, en
- de variatie van diepte en temperatuurbeeld van de te beschouwen aquifers, om eventuele geschiktheidsverschillen met deze variatie te kunnen vaststellen.

Met inachtnaam van de vertrouwelijkheid van een deel van de informatiebronnen is een karakteristiek opgesteld van elk van de reservoirs in een gedeelte van de Nederlandse ondergrond. Zo wordt van een reservoir een fictief, maar realistisch, samengesteld beeld gegeven van de lithologische- en lithostratigrafische ontwikkeling, de structurele geologie en van de hydrologische kwaliteiten voor geothermische toepassing.

Ten behoeve van de studie van de technische-economische aspecten van hergebruik van bestaande putten, uitgevoerd door de DGV-TNO (hoofdstuk 3) is uit de verschillende deelgebieden van twee anonieme, verlaten, verticale putten informatie over de putafwerking beknopt weergegeven.



Figuur 2.1 Stratigrafische positie van de beschouwde zandsteenlaag pakketten in Nederland.