

→ 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 verbreidingsgebied 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

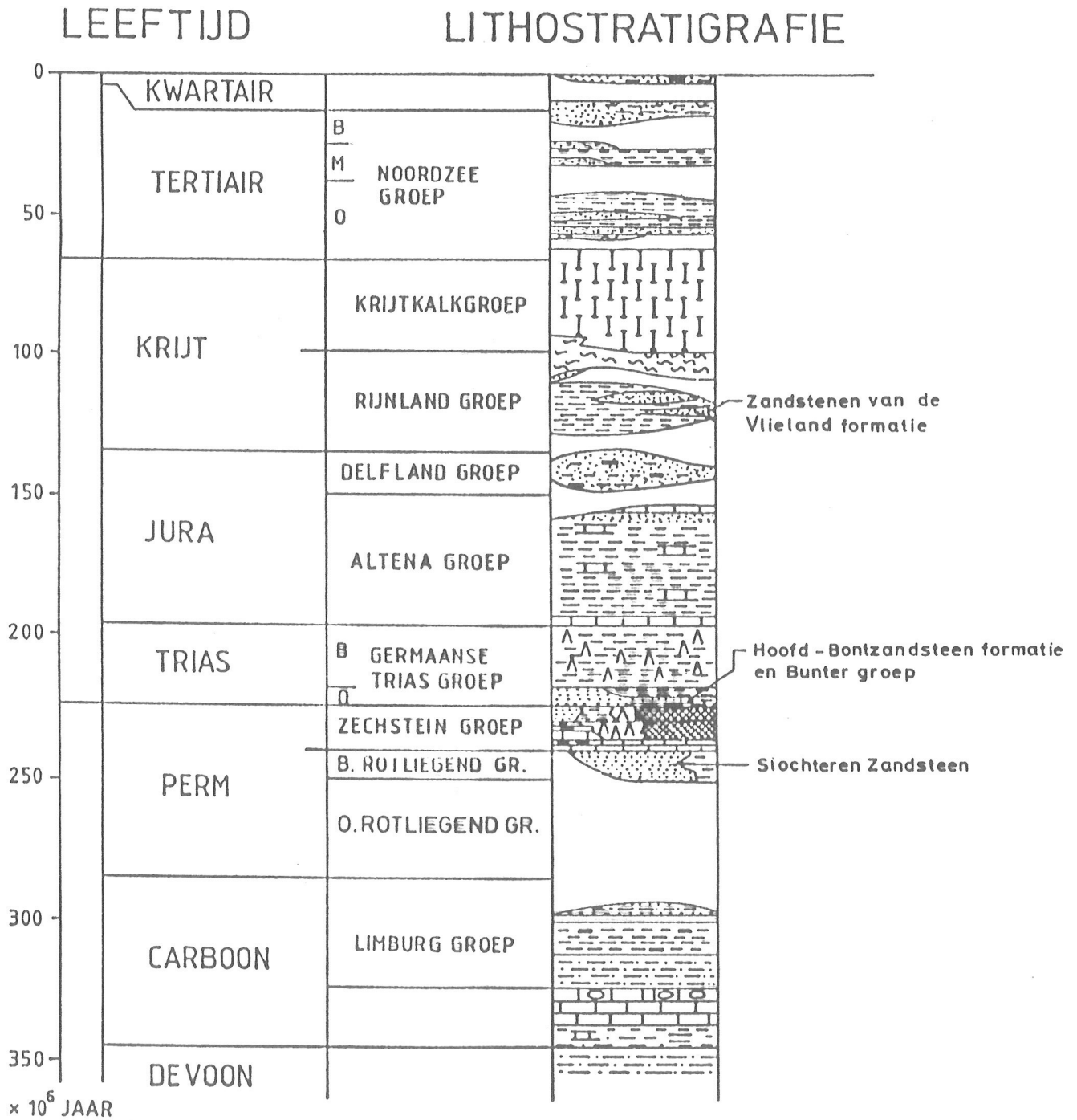
Het vertrouwelijk karakter van een deel van deze informatie is mede bepalend voor de vorm van presentatie van de resultaten van deze studie.

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

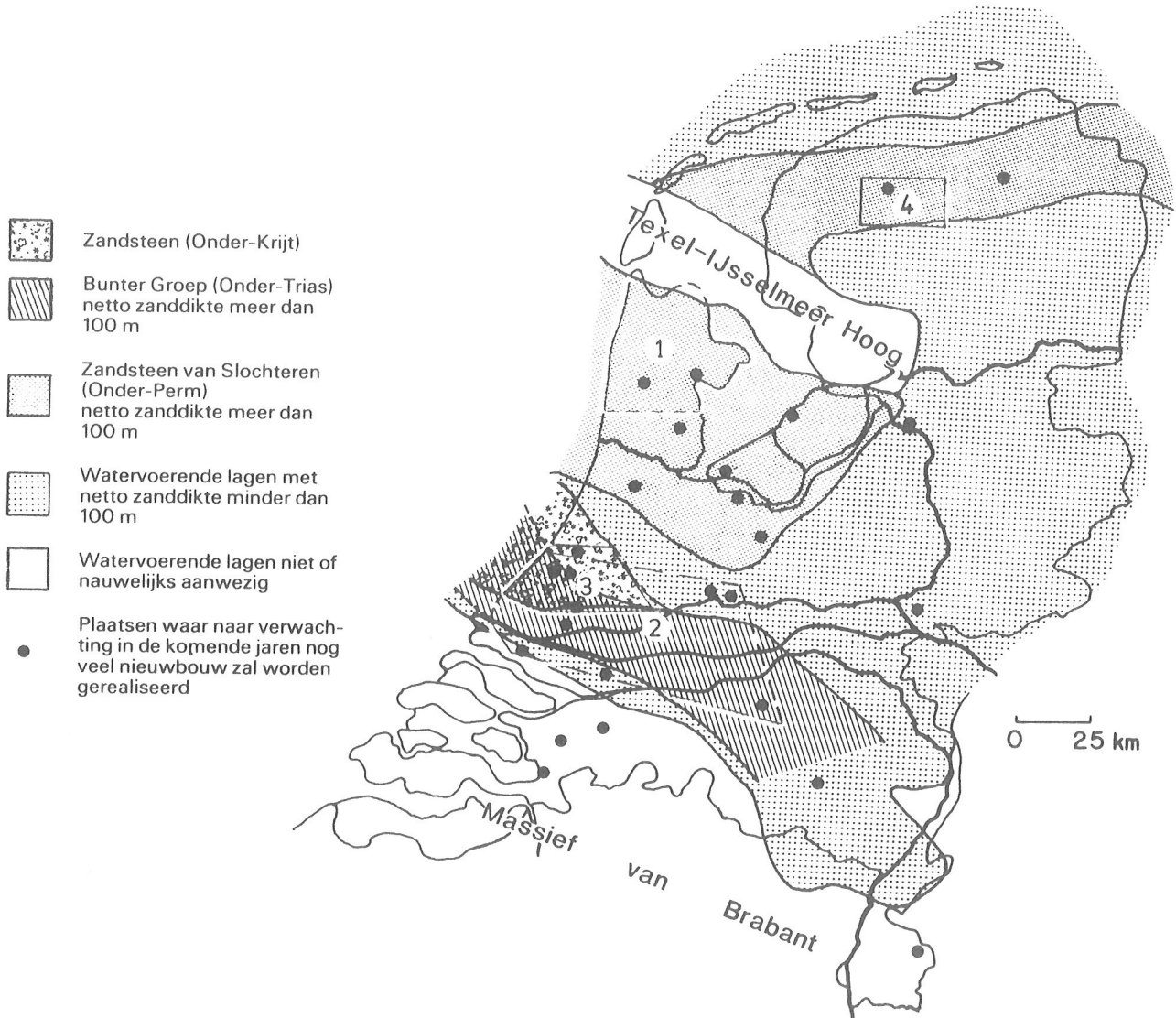
- de te verwachten kwaliteit van de aquifers (op basis van eerder genoemde RGD-rapporten),
- de aanwezigheid van voldoende informatie over het reservoir ter plaatse,
- de ligging ten opzichte van potentiële energie-afnemers, en
- de variatie van diepte en temperatuurbeeld van de te beschouwen aquifers,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



Figuur 2.2 Schetskaart van de formaties, waarop het aardwarmteonderzoek in Nederland in de eerste plaats is gericht (RGD, 1983b).

Hierop geprojecteerd zijn de liggingen van de verschillende deelgebieden (Hoofdstuk 2).

2.2 **Deelgebied-1: noordelijk Noord-Holland,
Slochteren Zandsteen (Boven-Rotliegend, Onder-Perm)**

2.2.1 **Inleiding**

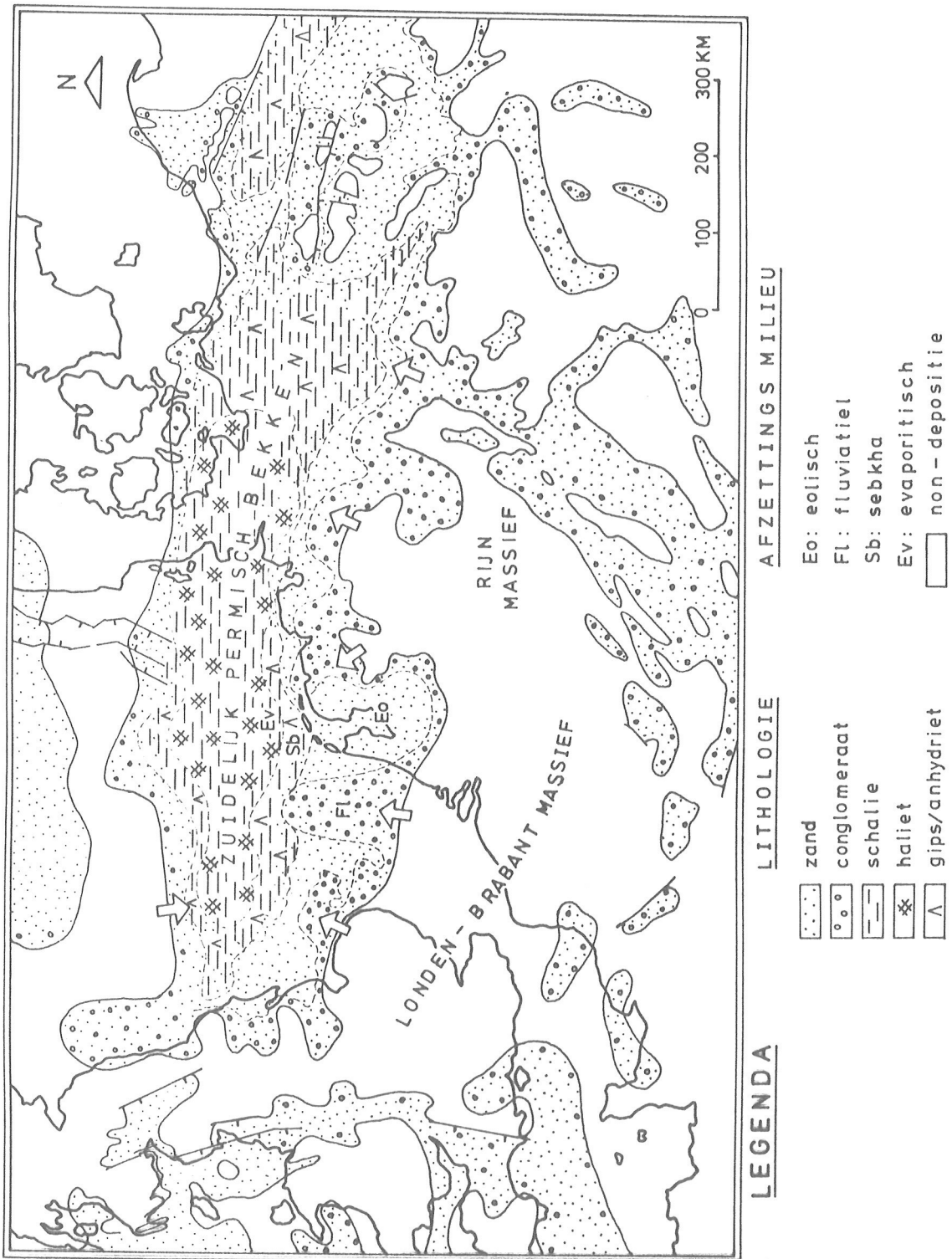
Selectie van dit deelgebied berust op de volgende overwegingen:

- de Slochteren zandsteen formatie is hier ongeveer 200 m - 250 m dik en bestaat voor vrijwel 100% uit zand. Gemiddelde porositeit bedraagt 16% en de permeabiliteit varieert gemiddeld tussen 30 - 600 mD (RGD, 1983a).
Temperatuur op 3000 m ligt rond 100°C (Haenel, 1980).
- nadat de aanwezigheid van gasreserves was aangetoond is in Noord-Holland door verscheidene oliemaatschappijen een uitgebreid seismisch- en boorprogramma uitgevoerd.
- belangstelling voor het afnemen van de aardwarmte wordt verwacht van de kant van land/tuinbouw bedrijven, bloemenkwekerijen en mogelijk van gemeenten, ten behoeve van o.a. stadsverwarming.

2.2.2 **Paleogeografie**

Het beschouwde gebied maakte tijdens het Boven-Rotliegend (Onder-Perm) deel uit van een geleidelijk dalende continentale zone aan de zuidrand van het Zuidelijk Permisch Bekken (zie Figuur 2.3).

Erosiemateriaal van het Londen-Brabant Massief en het Rijnse Massief kwam als fluviatiele afzettingen langs de rand van het bekken en als grootschalige tongvormige lichamen tot verder noordelijk, bekken-inwaarts, terecht. Het huidige Noord-Holland lag tussen gebieden met dit fluviatiele afzettingsmilieu. Hier werd voornamelijk door de, overwegend (noord-)oostelijke wind aangevoerd materiaal afgezet (eolisch afzettingsmilieu). Het gehele Rotliegend pakket in Noord-Holland behoort tot de z.g. Slochteren Zandsteen. Onder- en bovenin dit laagpakket komen afzettingen voor die zijn gevormd in een aquatisch milieu. Echter, het grootste deel van de zandsteen getuigt van een puur eolisch afzettingsmilieu (Glennie, 1984; Van Lith, 1983; Van Wijhe e.a., 1980).



Figuur 2.3 Paleogeografie van het Rotliegend (Onder-Perm) (naar Ziegler, 1981).

2.2.3 Lithologie en lithostratigrafie

Bij de selectie van de te beschouwen putten is gelet op hun verspreiding over Noord-Holland, en is voorkeur gegeven aan putten waarvan kern-gegevens voorhanden zijn.

Van 15 putten is de putinformatie beschouwd. Hieruit is een vrij uniform beeld verkregen van de ontwikkeling van het Rotliegend in het gebied. Het samengesteld, "gemiddeld putprofiel" wordt hierna beschreven:

De dikte van het Rotliegend pakket is gemiddeld ongeveer 230 m (minimaal 160 m en maximaal 275 m in de beschouwde putten). De diepte ligging van de top van het pakket varieert van 1950 m tot 2800 m.

Variatie in lithologische- en sedimentologische karakteristiek is gering. Vrijwel het gehele profiel bestaat uit "schone" zandsteen, waarvan de korrels voornamelijk bestaan uit kwarts. Beschrijvingen op grond van cuttings geven variërende hoeveelheden schalie aan, waarvan de herkomst uit het profiel echter onzeker is in verband met naval. De uit gamma-ray logs berekende Vsh (volume aan schalie) waarden variëren tot ongeveer 10%, lokaal zelfs hoger, tussen 15% en 30%. Schalie wordt voornamelijk beschreven als cement bestanddeel, en slechts een enkele keer (bovenin de sectie) wordt voorkomen ervan in bandjes vermeld.

Uit kernen beschreven structuren steunen het beeld van een eolisch afzettingsmilieu door het gehele profiel. Dieper in het profiel beschreven voorkomens van slecht gesorteerd grof tot zeer grofkorrelig (micro-conglomeratisch) materiaal wijzen op fluviatiele (wadi) invloeden.

Boven in het profiel wijzen het voorkomen van schaliebandjes en toenemende Vsh ook op sterkere aquatische invloeden (sebkha/woestijnmeer).

In grote lijnen kunnen 3 eenheden worden onderscheiden:

C. **Bovenste eenheid** (\pm 50 m).

Witte-, grijze- en bruingrijze zandsteen, zeer fijn- tot medium korrelig, naar beneden toe ook grover, slechte tot matige sortering.

Korrels vnl. kwarts: geëtst en transparant, matig hoekig tot matig afgerond; sporen glauconiet; berekende Vsh bedraagt ongeveer 10%, snel toenemend nabij de overgang naar Zechstein.

Matig tot goed geconsolideerd, meestal bros, cement kan zijn klei, gips, of anhydriet.

Naar beneden toe zijn structuren zichtbaar aan parallelle, fijnkorrelige laminae en bandjes grover-korrelig zand (goed gesorteerd en afgerond). Dips tot $\pm 15^\circ$, in richtingen tussen NW en SW.

Lokaal voorkomen van dunne, iets kalkige schaliebandjes met sporen pyriet.

De porositeit neemt in de bovenste 10 m snel toe, van $\pm 8\%$ aan de top naar $\pm 15\%$ naar beneden, en verder wisselend tot ongeveer 21%.

De permeabiliteit neemt evenzo toe, van 0,1 mD tot maximaal 50 mD (zie verder Paragraaf 2.2.5).

B. **Middelste eenheid** (\pm 100 - 150 m)

Geelbruine - roodbruine zandsteen, zeer fijn tot grofkorrelig, slecht tot zeer goed gesorteerd.

Korrels vnl. kwarts: wit, oranje, paars (door Fe-oxide coating); geëtst en transparant; subangular tot round (grovere korrels beter afgerond).

De Vsh varieert tot ongeveer 10% en is voor ruime intervallen vrijwel 0%.

Lokaal sporen van fijn-kristallijne anhydriet en anhydrietopvullingen in en om spleten.

Weinig tot niet geconsolideerd; cement kan zijn: klei, gips of anhydriet.

De dominante korrelgrootte varieert over intervallen van enkele meters tot tientallen meters. Afwisseling van fijn- en grofkorrelig zand vaak volgens dunne (1-10 mm) laminae (zeer goed gesorteerd).

Dunne, planair cross-bedded laagjes met dips van subhorizontaal tot 30° en enkele grenzen van grotere sets, met dips tussen 20° - 30° . Diprichtingen tussen NW en SW.

De porositeit varieert sterk en er is een zonering op meterschaal te onderscheiden op grond van gemiddelde porositeit variatie van 16% tot 30%. Enkele intervallen waarin de variatie geen zonering veroorzaakt. De permeabiliteit volgt de porositeitsvariatie en heeft waarden van 5 mD tot 4000 mD.

A. **Onderste eenheid** (\pm 50 m)

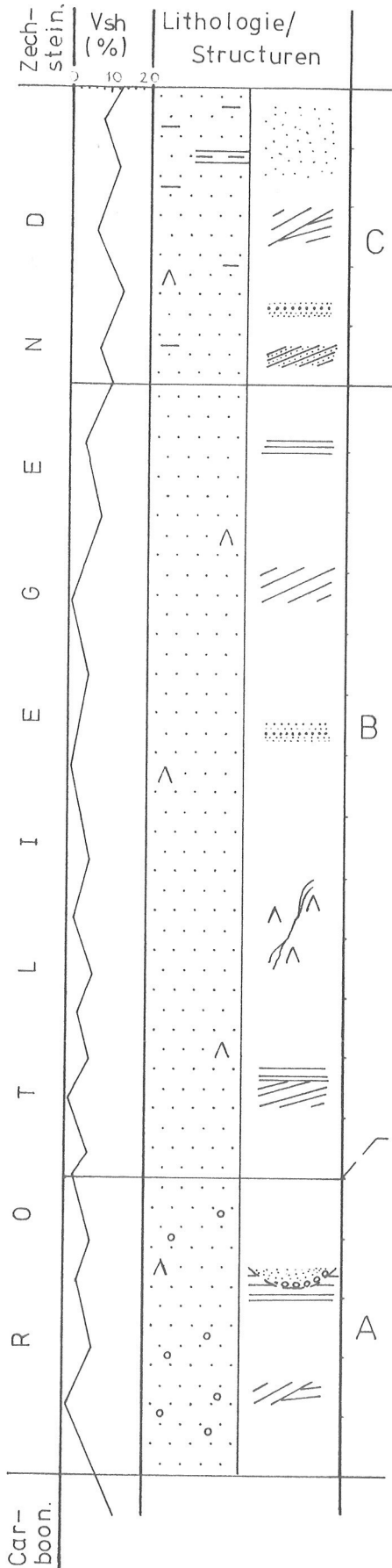
Roodbruine zandsteen, zeer fijn- tot zeer grofkorrelig, slecht tot zeer goed gesorteerd.

Korrels vnl. kwarts: als onder B; sporen van glauconiet, anhydriet en gips, lokaal met weinig micro-mica; lokaal anhydriet opvulling in en om spleten; Vsh varieert tussen 0 en 10%.

Structuren als onder B, lokaal voorkomens van slecht gesorteerde, grof- tot zeer grofkorrelige (micro-conglomeratische) afzettingen (wadi milieu).

Op meter-schaal zijn er zones die goed geconsolideerd zijn (met klei/gips/anhydriet/kiezel-cement) en zones die nauwelijks geconsolideerd zijn.

Porositeit- en permeabiliteitvariaties geven hetzelfde beeld als onder B. Gemiddeld zijn de waarden echter iets lager.



witte, grijze en licht bruin-grijze zandsteen, zeer fijn tot middenfijnkorrelig, slechte tot matige sortering.

korrels vnl. kwarts: melkig en transparant, subangular tot subround; glauconietsporen; weinig cement: klei/gips/anhydriet; compact, bros; naar beneden toe: + bandjes grofkorrelig (goede sortering, subround tot round); + fijnkorrelige parallelle laminae en banderingen, dips $\pm 15^\circ$; lokaal dunne bandjes kalkige schalie met sporen pyriet.

geelbruine en roodbruine zandsteen, zeer fijn tot grofkorrelig, matige tot zeer goede sortering.

korrels vnl. kwarts: melkig en transparant; wit, oranje, paars (Fe-oxide coating). geen tot weinig cement: klei/gips anhydriet, weinig geconsolideerd tot loszandig. lokaal sporen van fijn-kristallijne anhydriet en anhydriet opvulling in (en om) spleten, dunne, parallelle cross-bedded laagjes: sub-horizontaal tot 30° hellend; enkele grenzen van dikkere cross-bedded sets: tussen 20° - 30° hellend.

positie van de "waterspiegel"/GWC varieert per put.

donker roodbruine zandsteen, zeer fijn tot zeer grofkorrelig, slecht tot zeer goed gesorteerd, korrels vnl. kwarts: als boven; glauconiet sporen, lokaal weinig mica houdend; sporen anhydriet en gips, en anhydriet opvulling in (en om) spleten. zones op m-schaal goed geconsolideerd, met klei/gips/anhydriet/kiezel cement, en zones die nauwelijks geconsolideerd zijn; structuren als boven; lokaal voorkomens van slecht gesorteerde, tot zeer grofkorrelige afzettingen (micro conglomeratisch).

FIGUUR 2.4 Lithostratigrafie van de Slochteren Zandsteen in noordelijk Noord-Holland.

2.2.4 Structurele geologie

Het Rotliegend wordt door een systeem van \pm NW-SE strekkende breuken, met spatiëring van gemiddeld enkele kilometers, verdeeld in een aantal blokken. Uit verschillen in diepten tot de top van het Rotliegend kan worden afgeleid dat het verzet maximaal enkele honderden meters bedraagt. Binnen deze blokken bepalen in NW-SE richting gerekte dome- en depressie structuren het structurele beeld. Van Lith (1975) houdt bovendien, voor het "Bergen concessie" gebied, veel "cross-trend" complicaties voor mogelijk, waardoor het Rotliegend meer een trapvormig mozaiek vormt, dan het gladde vlak dat uit de seismiek wordt afgeleid.

Een schematisch beeld van de structurele stijl wordt geschetst in Figuur 2.5.

2.2.5 Porositeit/permeabiliteit, temperaturen

Van 7 putten waren gegevens van de porositeiten door de gehele Rotliegend sectie voorhanden. In 4 gevallen betreft het resultaten van analyses van kernen uit vrijwel de gehele sectie, waarvan tevens de permeabiliteiten (K_a) zijn bepaald. In de overige gevallen zijn de porositeiten berekend uit logs.

De verticale variatiekarakteristiek van de porositeit is voor alle putten ongeveer gelijk. Kleinschalige zonering is in het profiel aan te brengen op grond van porositeit variaties over afstanden op m-schaal.

De waarden van de sectie porositeiten verschillen over het gebied iets en kunnen tot ongeveer 5 volume % bedragen. Te weinig gegevens echter zijn voorhanden om hierin een regionale trend aan te geven.

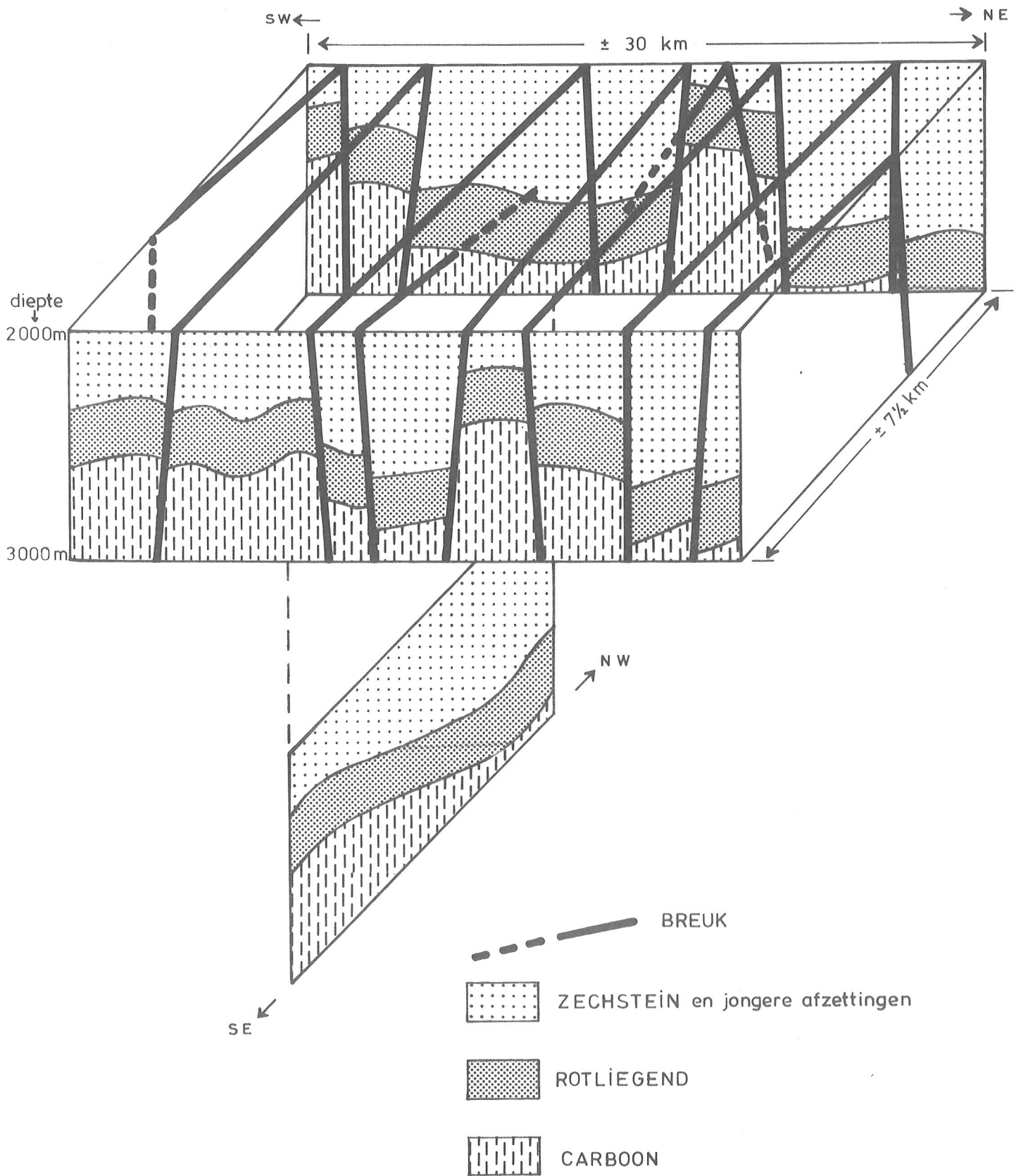
Gemiddeld gaat hogere porositeit gepaard met hogere permeabiliteit. Echter, bij een bepaalde porositeitswaarde kunnen permeabiliteiten optreden die in grootte een factor 10 van elkaar verschillen.

Op grovere schaal dan die van genoemde zonering volgt de ontwikkeling van de porositeit/permeabiliteit die van de lithologische zonering (zie Figuur 2.6).

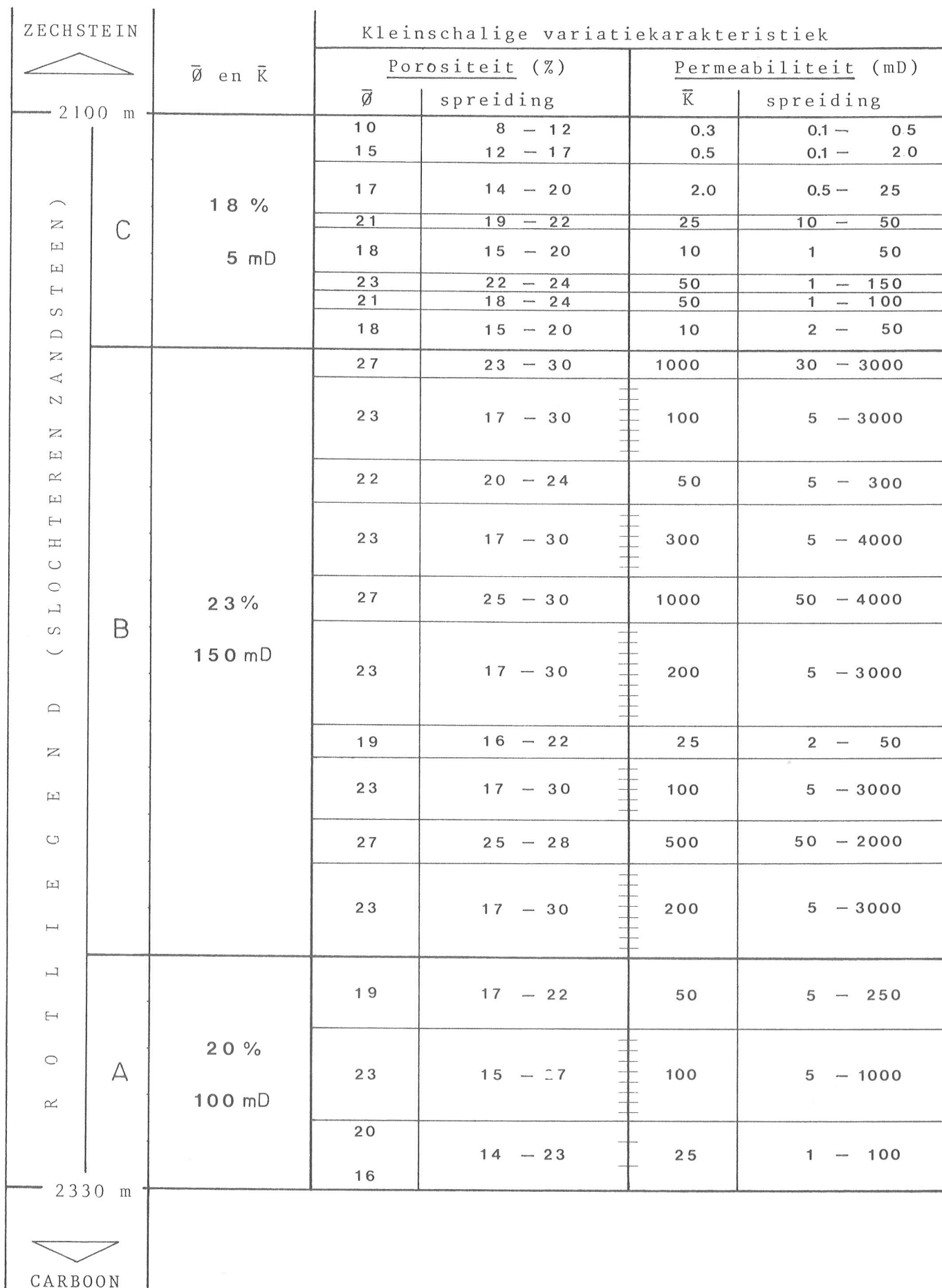
Volgens de kaarten van Haenel (1980) kunnen voor Noord-Holland op 2000 m en 3000 m diepte temperaturen van rond 80°C en 110°C worden verwacht.

Uit de beschouwde putten is slechts in enkele gevallen temperatuur informatie verkregen. Vermeld werden waarden van 93°C op 2400 m, 80°C op 1770 m en 75°C op 1770 m (verschillende putten).

Van twee putten geven formatiewater analyses zoutconcentraties van 230 ppm en 262 ppm NaCl.



Figuur 2.5 Schematische weergave van de structurele stijl Rotliegend (noordelijk Noord-Holland)



Figuur 2.6

Variatiekarakteristiek van de porositeit (ϕ) en de permeabiliteit (K) in de Slochteren Zandsteen, Rotliegend (Onder-Perm) in Noord-Holland.

2.2.6 Overige put-informatie

2.2.6.1 Put situaties en onderlinge posities

Over noordelijk Noord-Holland is een uitgebreid net van seismische lijnen gelegd en is een groot aantal putten geboord door verscheidene maatschappijen. Een deel van deze putten heeft de status van gasput, de rest is verlaten, of omdat de gasreserves zijn uitgeput, of omdat in de put geen gas (of geen economisch winbare hoeveelheid) is aangetroffen (zg. dry hole).

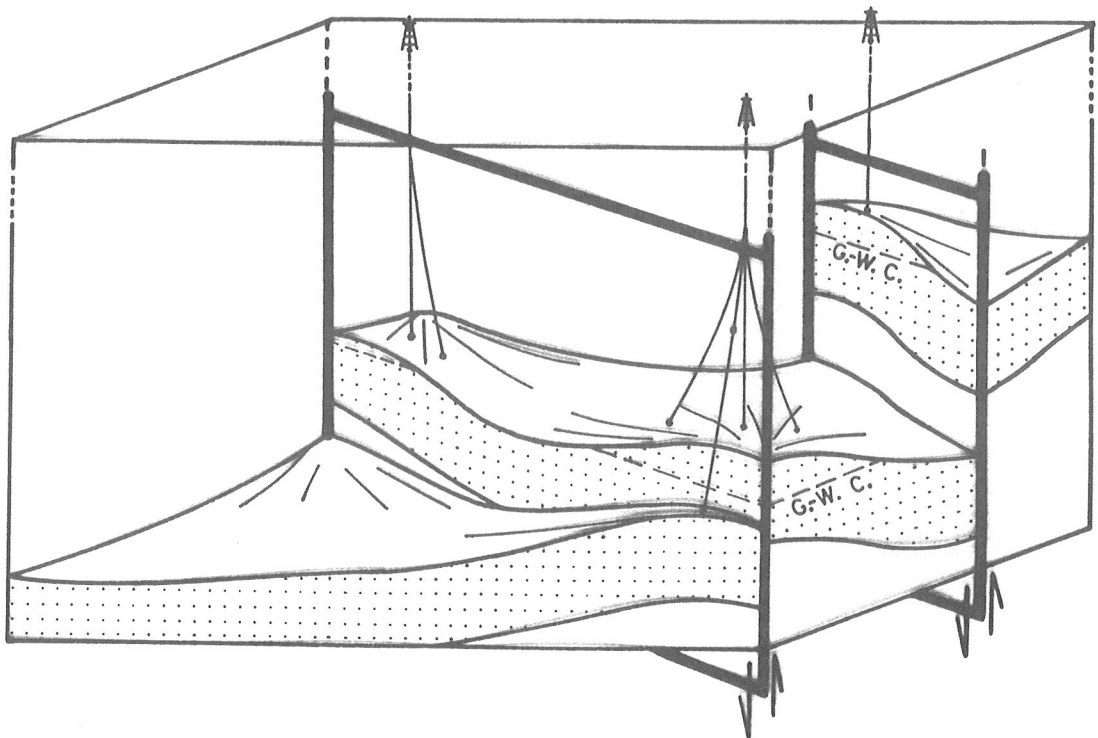
De afstand tussen putmonden binnen een cluster is meestal gering (enkele tientallen meters). Tussen verschillende putten bedraagt deze afstand minimaal enkele kilometers.

Een groot aantal putten is gedeveerd geboord.

Over de kortste horizontale afstanden tussen de verschillende putaansnijdingen van het Rotliegend kan het volgende worden gezegd:

- Eenzelfde (gas-) "trap" structuur wordt vaak door meerdere putten (cluster) aangeboord. Horizontale afstanden tussen aansnijdingen variëren hier tussen 500 m en 3000 m.
- Tussen verschillende structuren zijn afstanden groter, minimaal ongeveer 3000 m. Gezien de structurele ontwikkeling van het gebied moet, zowel voor individuele putten als voor clusters, rekening worden gehouden met de mogelijke aanwezigheid van breuken tussen aansnijdingen. Een gunstige situatie bestaat mogelijk daar, waar geen breukscheiding bestaat tussen dicht bij elkaar gelegen afzonderlijke "trap" structuren.

Figuur 2.7 geeft deze verschillende situaties schematisch weer.



Figuur 2.7 Schematische weergave van mogelijke relaties tussen putposities.

2.2.6.2 Putafwerking

Van elk van de verschillende in dit deelgebied opererende olie-maatschappijen is de putafwerking van twee verticale verlaten putten ("dry holes") beschouwd.

Beiteldiameters en -beiteldieptebereiken, casingdiameters en casingdieptebereiken en de posities en dikten van de afpluggingen variëren per put. Een samengesteld schema wordt hierna gegeven voor twee putsituaties.

In Figuur 2.8 worden deze putten afgebeeld.

Put-1

<u>Diepte</u>	<u>Beiteldiameter</u>	<u>Diepte</u>	<u>Casingdiameter</u>
0- 202 m	26"	0- 30 m	30" stove pipe
- 900 m	17 $\frac{1}{2}$ "	0- 200 m	20" casing
-1500 m	12 $\frac{1}{2}$ "	0- 890 m	13 $\frac{3}{8}$ " casing
-2500 m	8 $\frac{1}{2}$ "	0-1490 m	9 $\frac{5}{8}$ " casing
		-2500 m	open hole

De 20" casing is gecementeerd tot - 50 m en opgecementeerd tot aan het maaiveld.

De 13 $\frac{3}{8}$ " casing is gecementeerd tot - 80 m.

De 9 $\frac{5}{8}$ " casing is gecementeerd tot - 400 m.

Afplugging: cementpluggen van TD tot - 2200 m, van 2120 m tot - 1850 m, van 1600 m tot - 1300 m, van 1000 m tot - 850 m. Op - 820 is een bridge plug gezet. De 9 $\frac{5}{8}$ " casing is gesneden op - 100 m en teruggewonnen. Top-cementplug van - 100 m tot maaiveld.

Een stalen afdekplaat is gelast over de 13 $\frac{3}{8}$ " casing.

Put-2

<u>Diepte</u>	<u>Beiteldiameter</u>	<u>Diepte</u>	<u>Casingdiameter</u>
0- 300 m	24"	0- 30 m	26" stove pipe
-1000 m	17 $\frac{1}{2}$ "	0- 297 m	20" casing
-1300 m	12 $\frac{1}{2}$ "	0- 997 m	13 $\frac{3}{8}$ " casing
-2500 m	8 $\frac{1}{2}$ "	0-1297 m	9 $\frac{5}{8}$ " casing
		-2500 m	open hole

De 20" casing is gecementeerd tot het maaiveld.

De 13 $\frac{3}{8}$ " casing is gecementeerd tot - 200 m.

De 9 $\frac{5}{8}$ " casing is gecementeerd tot - 800 m.

Afplugging: "goor plugs" van - 2350 tot - 2300, van - 1900 tot - 1850, van - 1550 tot - 1500 en van - 1350 tot - 1250. De 9 $\frac{5}{8}$ " casing is gesneden op - 750 m en teruggewonnen. Plug gezet van

- 820 m tot - 650 m en van - 100 m tot het maaiveld.

Een stalen afdekplaat is gelast over de 13 $\frac{3}{8}$ " casing.

Karakteristieken als s.g., viscositeit, w.l. worden soms gegeven, in andere gevallen globale samenstellingen.

Voorbeelden:

- 0-1000 m: zoetwater - bentoniet - sperseen
(gew.: 9,6-10,8; viscos: 50-65; w.l. 5-13)
1000-1750 m: zoetwater bentoniet - sperseen - XP20
7% dieselolie (gew.: 10,0-10,8);
visc.: 55-85; w.l. 5-78
1750 -TD : zoutwater - bentoniet - sperseen - XP20
6% dieselolie (gew. 11,0-11,5; visc.: 45-55;
w.l. 1,6-4,8)
- 700-1500 : KCl polymerische spoeling (s.g.= 1,25-1,28;
visc.= 50-60; w.l.= 9-10; NaCl= 70 g/l)
1500-2000 : KCl polym. sp. (s.g.= 1,25; visc.= 45-55,
w.l.= 4-5; NaCl= 50 g/l)
2000- TD : KCl polym. sp. (s.g.= 1,25-1,26;
visc.= 55-60; w.l.= 5,5-6; NaCl= 40 g/l.)

In slechts enkele gevallen wordt afsnijden van het vrije deel van binnenste casing vermeld (t.b.v. terugwinning).

In een geval lukte dit niet, zelfs na lossnijden op drie niveaus.

Casing materialen/dikten worden zelden gespecificeerd.

In enkele gevallen werd gegeven:

24" conductor: dikte 1"

13 $\frac{3}{8}$ " casing: 68 lbs/ft, N80

9 $\frac{5}{8}$ " casing : 47 lbs/ft, N110

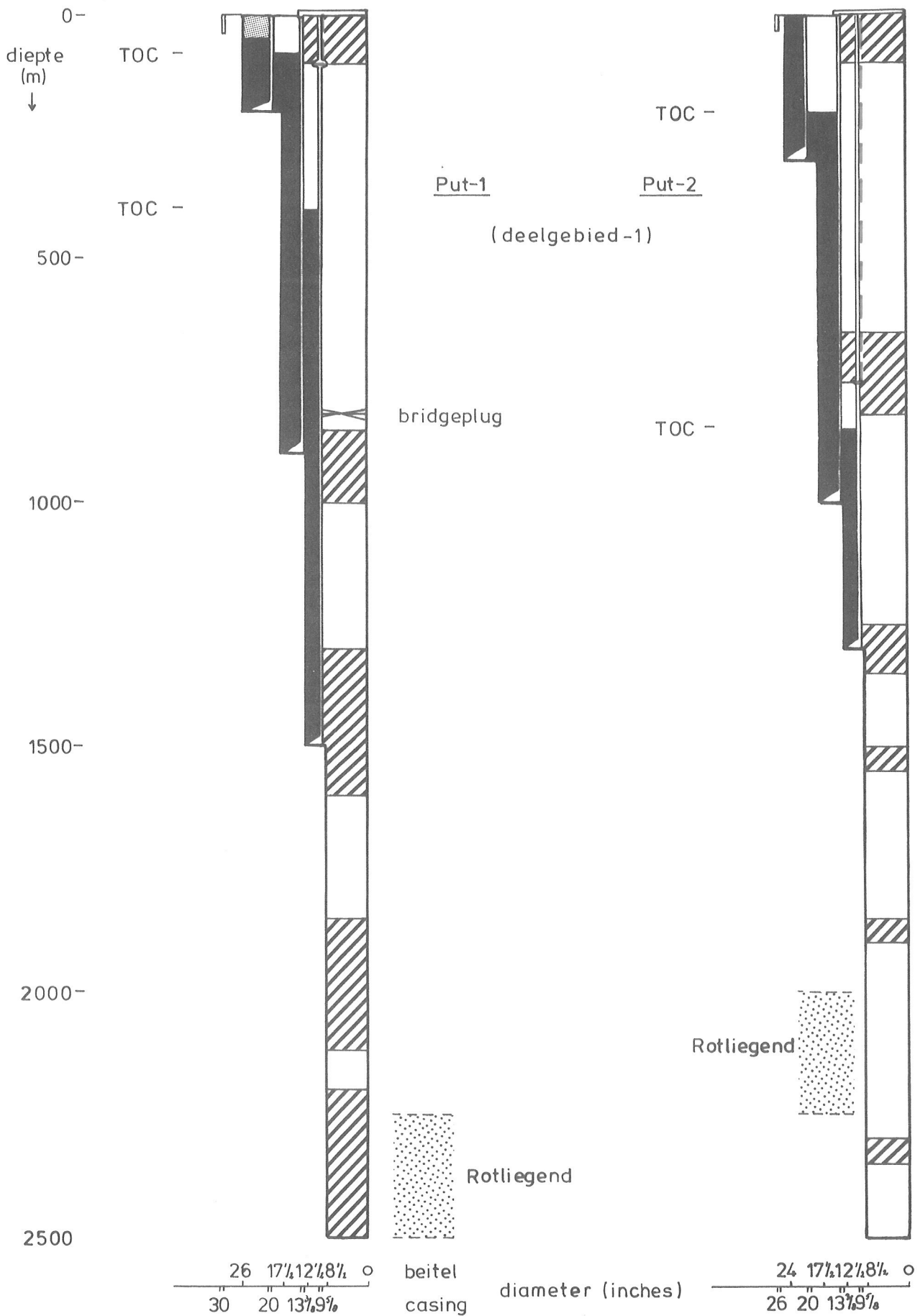
20" casing : 92 lbs/ft J55

13 $\frac{3}{8}$ " casing: 61 lbs/ft J55

9 $\frac{5}{8}$ " casing : 40 lbs/ft J55

Cement voor casing cementatie, hoeveelheden gegeven in aantallen zakken cement (van verschillende merken), vaak mengsels met "bulk" materiaal; elders worden aantallen tonnen specie vermeld; soortelijk gewicht soms vermeld: \pm 1,6-1,85.

Boorspoelingsamenstelling varieert met de diepte.



Figuur 2.8 Samengestelde putsituaties - noordelijk Noord-Holland.

2.3 **Deelgebied-2: zuidelijk Zuid-Holland en noordwestelijk Noord-Brabant** Zandsteenlaagpakketten van het Onder-Trias

2.3.1 Inleiding

De ligging van deelgebied-2 in zuidwest Nederland is aangegeven in Figuur 2.2.

Selectie van dit gebied voor de nadere karakterisering van zandsteenlaagpakketten van de Midden-Bunter Formatie (Onder-Trias) berust voor een belangrijk deel op resultaten van een inventarisatieonderzoek van de Rijks Geologische Dienst (RGD, 1982). Hieruit is bekend dat netto-zandddikten hier vaak meer dan honderd meter bedragen en dat deze zandvoorkomens zijn gelegen op diepten van meer dan 2000 meter (zie Figuur 2.11). Bovendien overlapt dit gebied in het westen een gedeelte van het verbreidingsgebied van de zandsteenlaagpakketten van de Vlieland Formatie (Onder-Krijt) (zie Hoofdstuk 2.4), zodat daar beide reservoirs in één sectie worden aangetroffen.

Verder is het van belang dat in dit gebied op grote schaal glastuinbouw wordt bedreven.

Het aantal putten dat informatie verschaft over de Onder-Trias afzettingen is in dit gebied bovendien groot genoeg en voldoende verspreid aanwezig om hieruit een beeld van het reservoir te kunnen vormen.

De ontwikkeling van de Bunter Groep verschilt verder zuidoostelijk van die in het beschouwde gebied; de gehele Bunter Groep is daar sterk zandig ontwikkeld (zie Hoofdstuk 2.3.2). Echter, in dat deel van het verbreidingsgebied is het aantal putten te gering om er in het kader van deze studie een nadere karakterisering van het Onder-Trias van te geven.

2.3.2 Paleogeografie van het Onder-Trias

Tegen het eind van het Perm begon de zee zich terug te trekken uit het N.W. Europees Permo-Triadisch Bekken. Sedimentatie in het Triadisch bekken (zie Figuur 2.9) heeft in Nederland geleid tot een pakket afzettingsgesteenten, dat is onder te verdelen in de

- Bovenste Germaanse Trias Groep en de
- Onderste Germaanse Trias Groep.

Echter, in het zuidelijk deel van Nederland, langs de rand van het voormalige bekken, vertoont de ontwikkeling meer gelijkenis met die van het Engelse vasteland, waar een onderverdeling wordt gemaakt in de

- Keuper Mergel Groep en de eronder gelegen
- Bunter Groep.

De in dit hoofdstuk beschouwde zandsteenlaagpakketten behoren tot de Onderste Germaanse Trias Groep en de Bunter Groep. Het sedimentatiemilieu varieerde van ondiep marien tot kustnabij en continentaal. In de tijd van afzetting Scythien bestond Nederland voor een groot deel uit een dome-vormige opwelling (de "Netherlands Swell"), aan weerszijden waarvan zich twee NNE-SSW strekkende depressies bevonden, in het oosten de Ems Laagte, in het westen de Off-Holland Laagte (zie Figuur 2.10).

Na een periode van continue sedimentatie tijdens het vroegste Scythien (Onder-Trias) traden ten gevolge van, in sterkte steeds toenemende, zeespiegelfluctuaties perioden op van non-depositie tot zelfs erosie op de relatief hoge opwelling. In de richting van de laagten nam de invloed van deze fluctuaties af, echter in de tijd met steeds grotere afstand van het centrum van de opwelling.

De beëindiging van de continuïteit in de sedimentatie maakt onderverdeling van de Onderste Germaanse Trias Groep mogelijk in de

- Hoofd Bontzandsteen Formatie en hieronder de
- Onderste Bontzandsteen Formatie.

De onderste formatie bestaat uit een monotoon pakket schalies en kleistenen. De Hoofd Bontzandsteen Formatie geeft een afspiegeling van de zeespiegel fluctuaties, en bestaat uit een aantal zandsteenlaagpakketten gescheiden door kleisteenlaagpakketten. Volledig ontwikkeld (in de laagten) bestaat deze formatie uit (van boven naar beneden) de

- Hardegens Kleisteen
- Hardegens Zandsteen
- Detfurth Kleisteen
- Detfurth Zandsteen
- Volpriehausen Klei-Siltsteen
- Volpriehausen Zandsteen

Door de gevolgen van de zeespiegel fluctuaties is deze opeenvolging in een groot deel van Nederland onvolledig tot geheel afwezig, het laatste met name ten gevolge van een belangrijke erosiefase na afzetting van het Hardegens laagpakket. Figuur 2.10 schetst de verbreiding van de bovengenoemde laagpakketten in de diepe ondergrond. De Hardegens discordantie vormt de grens met de hoger gelegen Bovenste Germaanse Trias Groep, tijdens de vorming waarvan mariene condities overheersten.

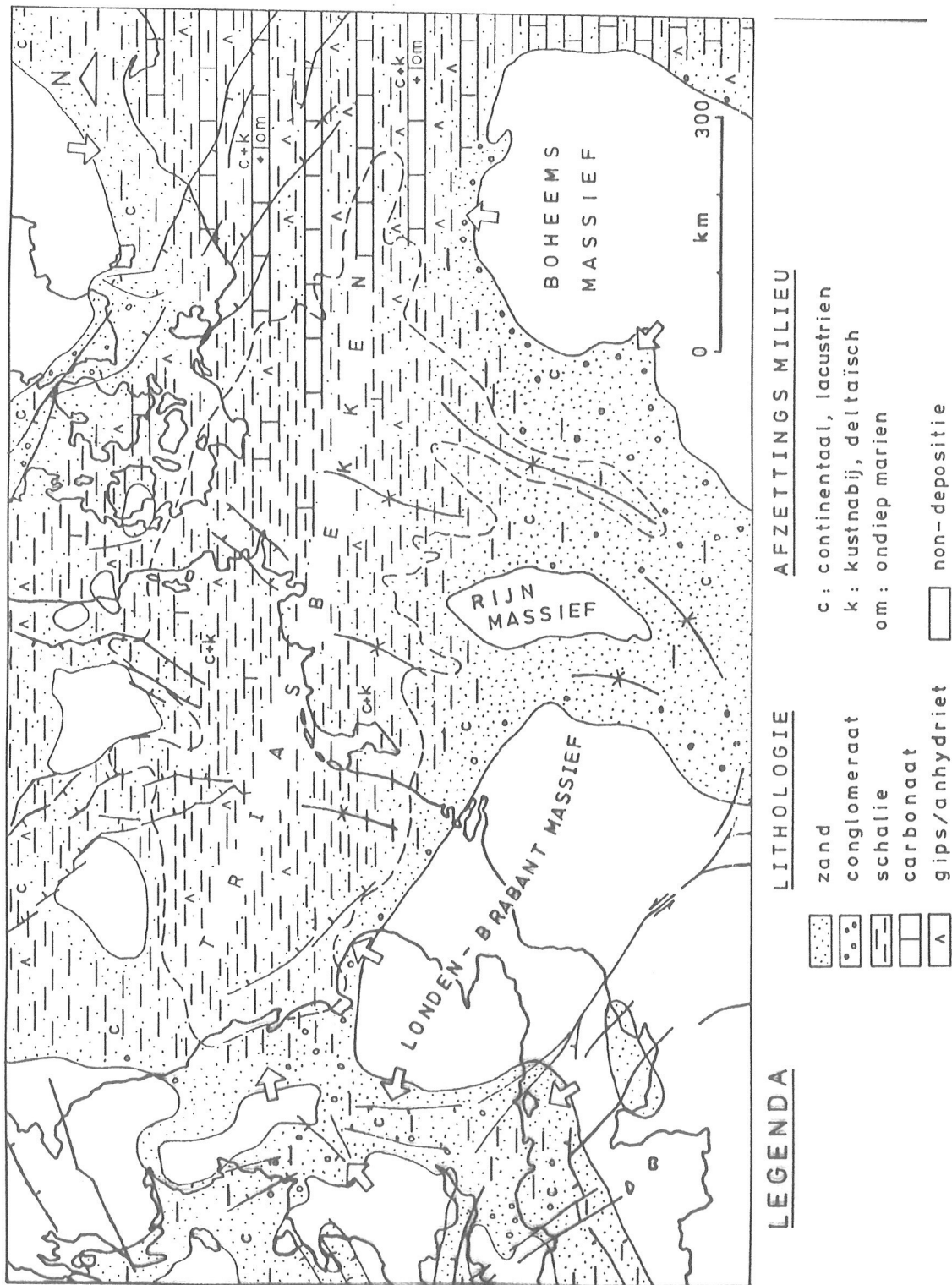
In de zuidelijke bekkenrand-zone, waar, in de loop van het Scythien toenemend-grover klastisch materiaal werd afgezet, zijn de hiaten in de sedimentstapel ten gevolge van de zeespiegel fluctuaties moeilijk tot niet te onderscheiden. De bovenstaande onderverdeling in groepen en formaties is hier niet te maken.

Een groepering wordt gedaan in een pakket schalies en mergels, en een daaronder gelegen zand-klei afwisseling (of een massieve zand serie, direct langs de bekkenrand), respectievelijk de

- Muschelkalk- en de Keuper Formatie, en de
- Bunter Groep.

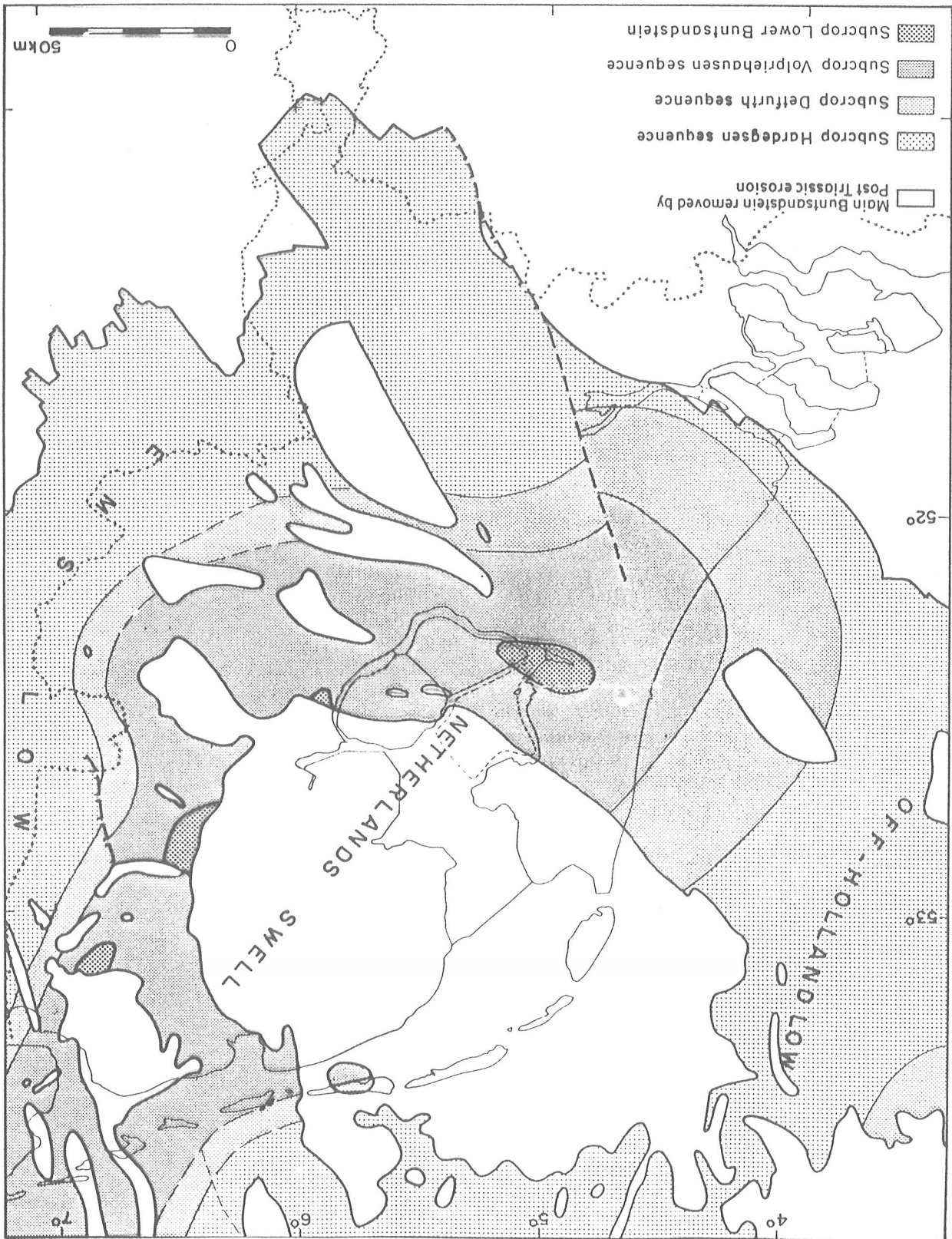
De lithologische ontwikkeling van de Bunter Groep is binnen het verbreidingsgebied ervan niet uniform. In de zone direct aan de voormalige, Triadische bekkenrand (in zuidelijk Noord-Brabant) is de Bunter Groep voornamelijk als een massieve zandsteen serie ontwikkeld. Noordelijk hiervan (verder bekken-inwaarts) is een indeling te maken in de

Onder-Bunter Formatie (voornamelijk kleisteen), de Midden-Bunter Formatie (voornamelijk zandsteen), en de Boven-Bunter Formatie (kleisteen met zandsteen inschakelingen).



Figuur 2.9 Paleogeografie van het Scythien (Onder-Trias)
(naar Ziegler, 1981).

Figuur 2.10 Subcrop-kaart onder de Hardegsen discordantie



2.3.3 Structurele Geologie

In het beschouwde gebied wordt de structurele stijl gedomineerd door in NW-SE richting langgerekte dome- en depressiestructuren en een breukensysteem met NW-SE strekking (zie Figuur 2.14). De eerste aanleg van dit breukensysteem dateert van het Onder-Perm, toen de Hercynische gebergteketen (waarvan de noordelijke begrenzing ten zuid-oosten van Nederland lag) en het noordelijk voorland ervan werden opgeheven, hetgeen gepaard ging met intensieve NW-SE breukbewegingen, loodrecht op de bestaande plooi-richting. Dit breukensysteem werd tijdens latere (Saxo-nische) tectonische fasen gereactiveerd en uitgebreid, waardoor een door breuken begrensde blokken-structuur werd gevormd (Laat-Kimmerische fase; Boven-Jura). Tijdens de Laramische tectonische fase (Boven-Krijt en Onder-Tertiair) was de bewegings-richting langs bestaande breukvlakken veelal omgekeerd (inversies) (zie Heybroek, 1974; Bodenhausen & Ott, 1981).

De diepteligging van de top van de Midden-Bunter Formatie varieert binnen het beschouwde gebied van 1200 m tot 3200 m beneden NAP. Globaal gezien is toename van deze diepte vast te stellen van NNE naar SSW. Echter, in de zuid-westelijke randzone van het gebied, nabij de rand van het verbreidingsgebied van de Bunter Groep, ligt de Midden-Bunter Formatie weer op geringere diepte. Deze positievariatie wordt verklaard met de hierboven beschreven (breuk-)tectonische geschiedenis van het gebied (zie Figuur 2.13).

Uit de lithostratigrafiën van de beschouwde putten en hun relaties is af te leiden, dat het netto verzet langs breuken vaak vele honderden meters bedraagt. In één put is een verdubbeling van een deel van de sedimentstapel waargenomen, waaruit een netto verzet van 1600 meter is af te leiden op deze locatie.

2.3.4 Lithologie en lithostratigrafie

Alle putten in deelgebied-2 leveren slechts beperkte informatie over de afzettingsgesteenten van de Bunter Groep. Van slechts drie van de eenentwintig nader beschouwde putten is informatie van korte trajecten uit kernen aanwezig. Verder bestaan de gegevens uit beknopte beschrijvingen van boorgruismonsters en uit geofysische boorgatmetingen. Hieruit is een beeld gevormd van de lithologische- en lithostratigrafische ontwikkeling van de zandsteenlaagpakketten van de Midden-Bunter Formatie. Kleigehalten (Vsh) en porositeitwaarden zijn uit boorgatmetingen berekend.

De Midden-Bunter Formatie bestaat uit een aantal laagpakketten, afwisselend voornamelijk bestaande uit zandsteen en uit klei- en siltsteen.

De zandstenen zijn meest lichtgrijs tot wit en soms roodbruin gekleurd, zeer fijn- tot fijnkorrelig, soms tot middelfijn- en grofkorrelig. De sorteringsgraad van de korrels loopt sterk uiteen. De korrels hebben matig hoekige tot matig afgeronde vormen. De mate van cementatie verschilt tussen verschillende putten van slecht tot goed. Echter, binnen het beschouwde gebied is hierin geen trendmatige variatie vast te stellen. Op eenzelfde wijze is de zandsteen plaatselijk kalkig of dolomitisch.

De kleistenen zijn roodbruin, grijsbruin en donkergrijs gekleurd, zijn in wisselende mate zandig of siltig, en zijn vaak kalkig of dolomitisch en gips- of anhydriethoudend.

In vrijwel alle beschouwde putprofielen is een, in karakteristiek met de lithostratigrafische opbouw van de HoofdBontzandsteen vergelijkbare opeenvolging van laagpakketten terug te vinden (zie paragraaf 2.3.2).

Dikten van elk der verschillende laagpakketten variëren in de verschillende putprofielen. Op grond van de gegevens van de beschouwde putten is in deze variatie echter geen duidelijk systeem af te leiden. De totale dikte van de Midden-Bunter Formatie bedraagt over een groot deel van het gebied tussen 160 en 225 m. In het noordwesten en uiterste zuidwesten is deze dikte echter geringer. Een beeld van het verloop van de variatie van de netto-zanddikte wordt gegeven in Figuur 2.11.

In de meeste putprofielen zijn drie zandsteenlaagpakketten (A, B en C in Figuur 2.12) ontwikkeld, elk waarvan bedekt door een sterker kleilig laagpakket, bestaande uit zandige- tot siltige kleistenen en kleilige zandstenen.

De zandsteenlaagpakketten zijn sterk doorschoten met (zandige/siltige) kleisteen of siltsteen laagjes.

Het bovenste kleisteen-laagpakket wordt bedekt door een laagpakket (D in Figuur 2.12), dat bestaat uit een snelle afwisseling van zandsteen-, siltsteen- en kleisteenbanken.

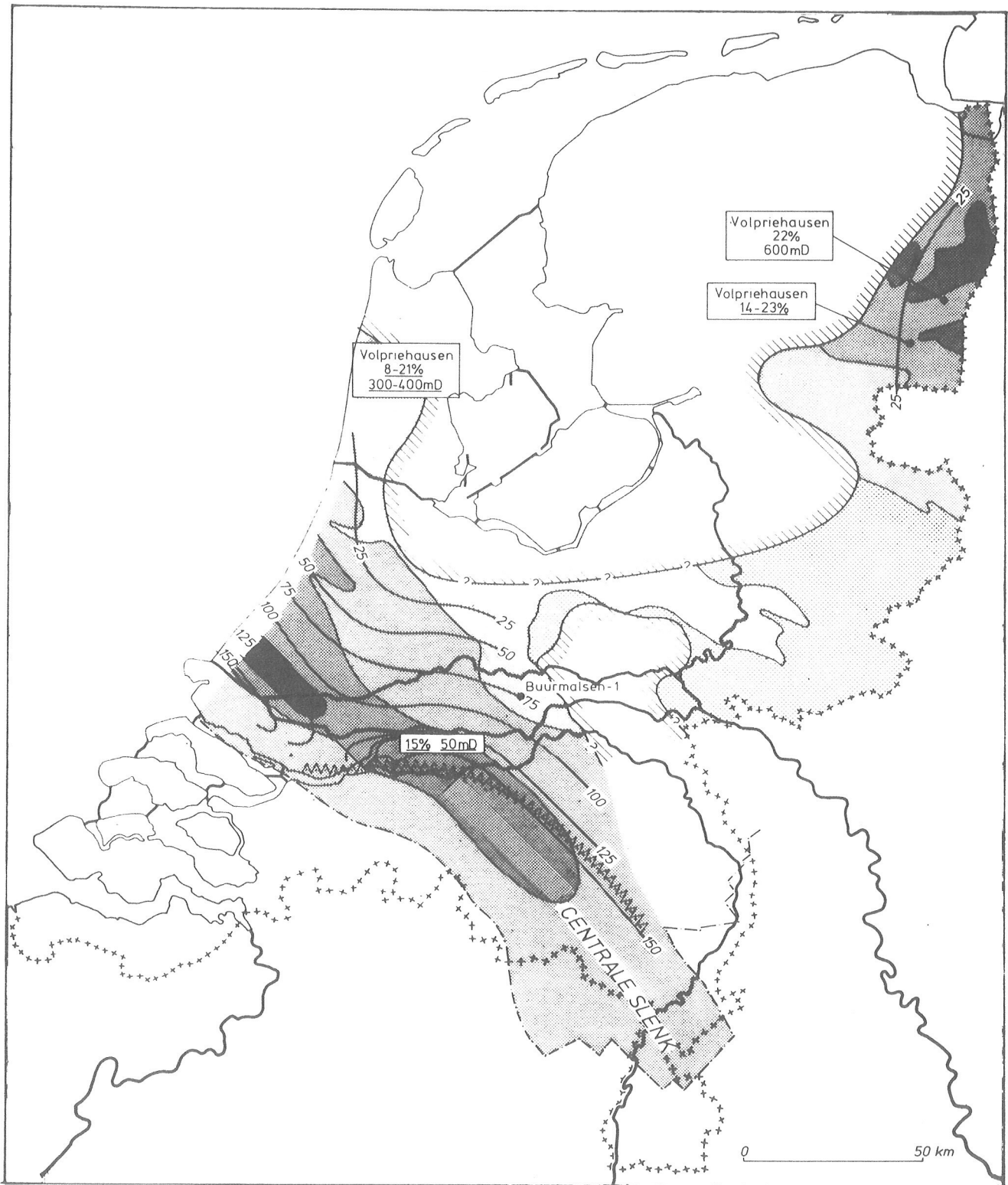
In Figuur 2.12 wordt de lithostratigrafische opbouw van de Midden-Bunter Formatie in samengestelde vorm weergegeven.

Gemiddelde Vsh waarden van de zandsteenlaagpakketten liggen meest tussen 10% en 30%. In enkele putten zijn in het onderste zandsteenlaagpakket niveaus met lagere Vsh waarden, tot 7% aanwezig. Op deze berekende Vsh waarden zijn ingeschakelde kleisteenvoorkomens van invloed, zodat de zandstenen "schoner" zijn dan de waarden aangeven.

Berekende porositeiten van zandstenen liggen meest tussen 8% en 18%. In verder noordelijk gelegen putten werden in het algemeen lagere porositeiten afgeleid dan in putten verder zuidelijk in het deelgebied.

Drie analyses van kernen uit verschillende zandsteenlaagpakketten en uit verschillende putten geven porositeit en permeabiliteitwaarden van 4% en minder dan 0,3 mD, 15% en 75 mD, en van 17% en 200 mD. De laagste waarden zijn afkomstig van een noordelijk gelegen put, waar de Midden-Bunter Formatie zelfs op duidelijk geringere diepte ligt dan op beide andere locaties. De hoogste waarden zijn afkomstig van een put, waarin de zandstenen van de Midden-Bunter Formatie uitzonderlijk gunstig zijn ontwikkeld (korrelgrootte loopt op tot soms grofkorrelig; goede sortering; goede afronding; niet gecementeerd).

In Figuur 2.12 is de spreiding van de waarden van Vsh en de porositeit voor elk van de zandsteenlaagpakketten weergegeven.



- | | |
|---------------------------------|--|
| diepte top aquifer onder NAP(m) | gebieden met minder dan 10 m zanddikte |
| ■ > 4000 | —50— netto zanddikte (m) |
| ■ 3000 - 4000 | ~~~~ zandige ontwikkeling van de Onder Bunter (Midden en Onder Bunter gaan over in Bunter Groep) |
| ■ 2000 - 3000 | --- grens van de Bunter Groep |
| ■ 1000 - 2000 | 22% gemiddelde porositeit |
| ■ < 1000 | 600 mD gemiddelde doorlatendheid |
| | 22% plaatselijke porositeitswaarde |
| | 600 mD plaatselijke doorlatendheidswaarde |

Figuur 2.11 Verbreiding van de gesteenten van de Hoofd-Bontzandsteen en de Bunter groep (RGD, 1982).

De zone, waar de Bunter Groep meer dan 100 m (tot bruto ca. 600 m) dik is, loopt door Midden-Brabant naar Voorne-Putten. Massieve zandsteenlagen (met diktes van meer dan 50 m) komen voor, gescheiden door dunne kleisteenlagen. Van het Brabantse deel is overigens bijzonder weinig bekend. De diepten tot de top van de Bunter variëren van 1500 tot 3500 m; de temperaturen lopen naar gelang van de diepte van ca. 65 tot 125°C. De formatie is gebroken en detail-seismische verkenning is geboden, alvorens de locatie van een aardwarmteproject wordt bepaald. Het seismische detailonderzoek Spijkenisse toonde aan dat daar, ook al bevinden zich in dit gebied breuken, ruimte is voor meer dan één project. Ook elders in Voorne-Putten kunnen mogelijkheden worden verwacht.

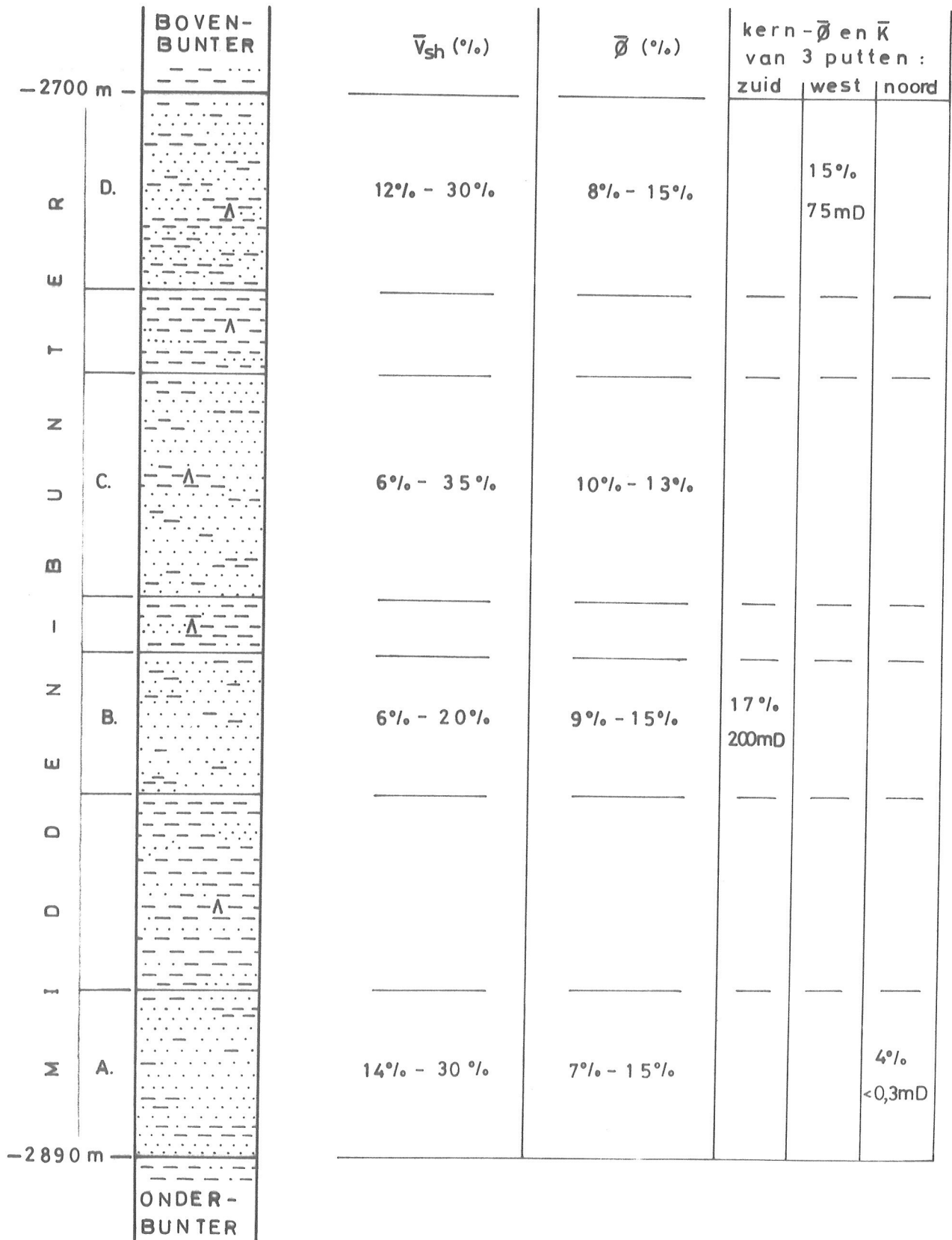
De zandsteenlagen van het Onder-Krijt⁴⁾, (fig. 8)

In het Onder-Krijt overstromde de zee bijna het gehele land. De sedimentatie, die oorspronkelijk beperkt was gebleven tot enige tamelijk geïsoleerde bekkens, breidde zich gaandeweg uit. Hierdoor ontstonden aan de bekkenranden zandsteenlagen. Aan de zuidrand van het West-Nederland Bekken zijn dit - van oud naar jong - de Zandstenen van De Lier, Rijswijk, Berkel, en IJsselmonde. (Hun namen zijn ontleend aan de olie- en gasvelden, waar zij voor het eerst productief werden aangetroffen.) In feite zijn dit inschakelingen in de voornamelijk kleiïg ontwikkelde Formatie van Vlieland. Het voor exploitatie van aardwarmte meest geschikte gebied is een ongeveer 25 km lange en 5 km brede oost-west gerichte hydrogeologische eenheid ten noorden van de Nieuwe Waterweg, die tevens gedeeltelijk onder het noorden van Rotterdam doorloopt.

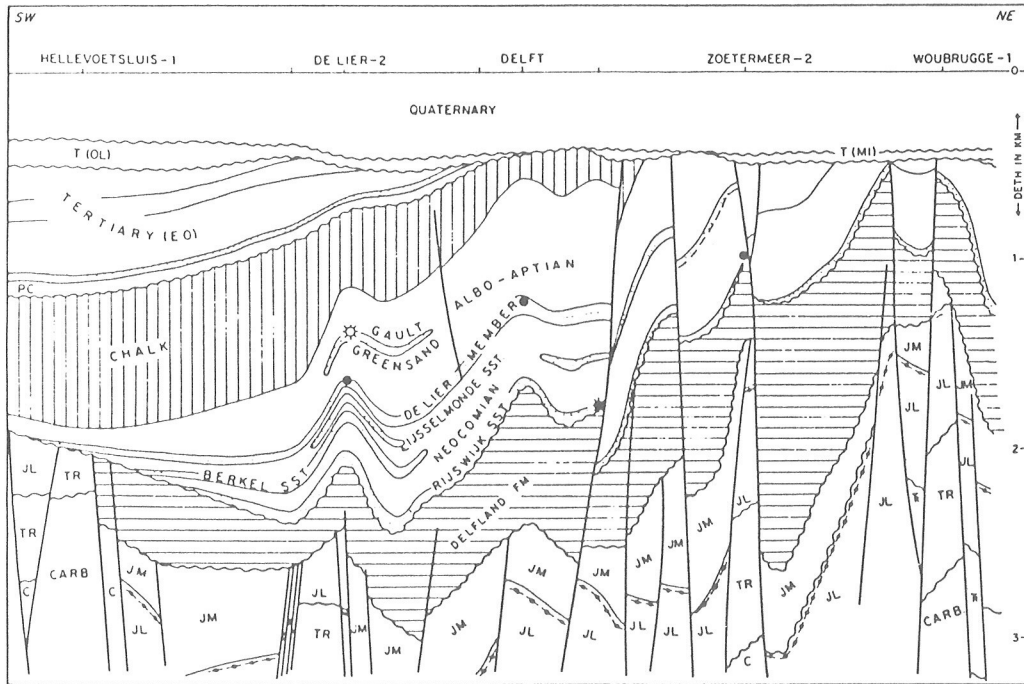
De verwachte zanddikte is meer dan 100 m; de reservoir eigenschappen zijn gunstig en het zoutgehalte van het formatiewater bedraagt 100 tot 115 gram/liter. De temperatuur van het water is 95 à 100°C bij een diepte van ca. 2500 m.

In deze zone ligt het voorgestelde proefproject Delfland.

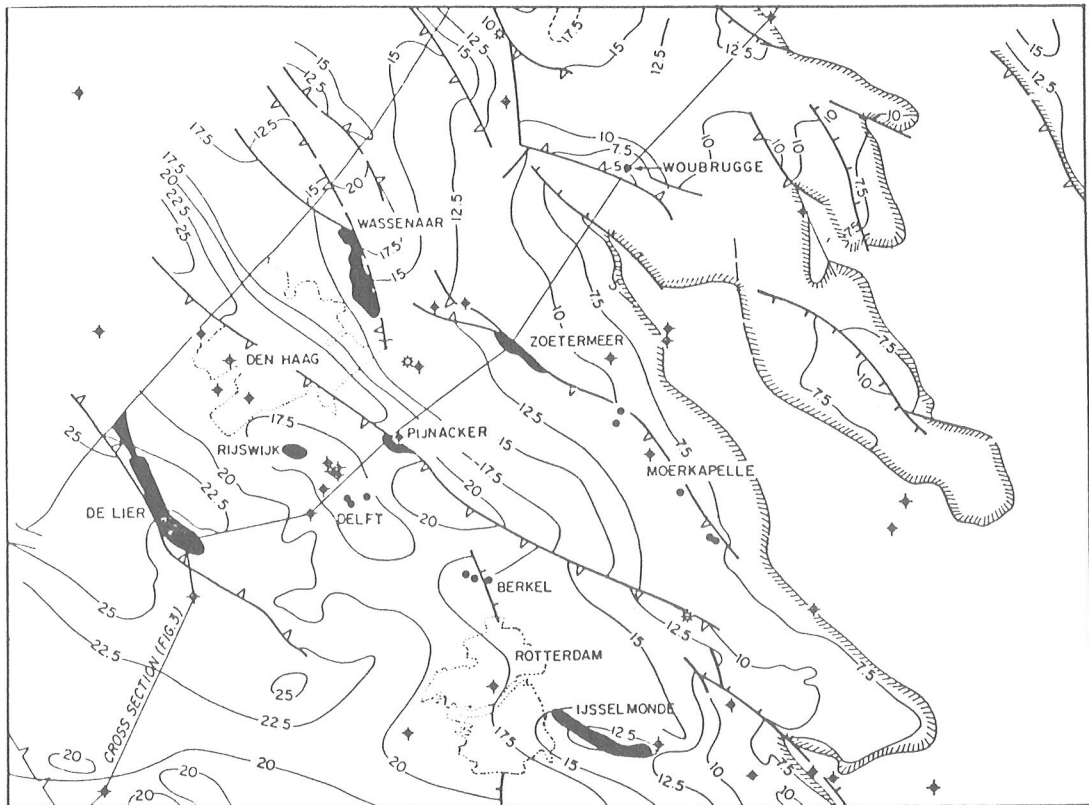
4) Inventarisatie van de Rijnland Groep (Vlieland Formation) in Nederland t.b.v. de winning van aardwarmte. Rijks Geologische Dienst, juli 1983.



Figuur 2.12 Lithostratigrafie (samengestelde vorm) en de spreiding van gemiddelde waarden van kleigehalte (V_{sh}) en porositeit (ϕ). Midden-Bunter Formatie - deelgebied 2.



Figuur 2.13 Structureel profiel door de Rijswijk Provincie
(Bodenhausen & Ott, 1981).



Figuur 2.14 Dieptekaart - top van de Delfland Formatie. Contouren in honderden meters (Bodenhausen & Ott, 1981).

2.3.5 Overige put-informatie

2.3.5.1 Temperaturen

Op temperatuurkaarten van de Rijks Geologische Dienst (RGD, 1984) is over het beschouwde gebied op de verschillende diepteniveaus enig verloop van de temperatuur af te lezen. De temperatuur is in het zuidoosten steeds het laagst en in het zuidwesten het hoogst.

Op 2000 m diepte varieert de temperatuur van iets boven 70°C tot 80°C, op 2500 m diepte van 85°C tot 95°C en op 3000 m diepte van 100°C tot 110°C.

2.3.5.2 Afstanden tussen putten

In het westen van het deelgebied bevindt zich een groot aantal putten. Minimaal bedragen afstanden tussen putmonden enkele kilometers, soms echter tot minder dan een kilometer. Clusters (waar deze afstanden gewoonlijk gering zijn) zijn in deelgebied-2 niet aanwezig.

In het oosten van het deelgebied is het aantal putten gering. De meeste hiervan zijn enkelvoudig en liggen op grote afstand van andere putten (tien kilometer en meer). Slechts enkele putten komen hier in groepen voor, op afstanden van minimaal enkele honderden meters uit elkaar.

2.3.5.3 Boor-technische informatie en putafwerkingen

Put-1

Beitels en boorprocedure (Midden-Bunter traject)

tot - 1387 m: 8½" Reed YS-1 (3 * ½ jet)

tot - 1441 m: 8½" Reed YS-1 (conv.)

tot - 1480 m: 8½" Reed YHG (3 * ½ jet)

(Spoelingsverlies bij - 1429: ± 10 m³; snel afnemend tijdens boren; totaal 13 m³)

Spoeling: 1,19-41-(16-9-⁴/5)-3,1-35,1-0,6-13-10-8-4-⁴¹/42.

tot - 1494: 8½" Reed YHWG (3 * ¹²/32"EN)

Gekernd: 1494 m - 1503 m

Spoelingsverlies: 55 m³

8½" Reed YT1A (conv.) ingelaten tot schoen 9⁵/8" casing en 13 m³ visceuze spoeling ingepompt;

Verder ingelaten tot bodem en 10 m³ visceuze spoeling met stoppingsmaterialen gespot.

Geboord tot - 1508 m

Spoelingsverlies 6 m³ in 30 minuten.

Spoeling: 1,16-38-(13-3-²/3)-3,4-0,2,29,3-13-12,5-7-3.

Geboord tot - 1509 m

Spoelingsverlies 16 m³

Geruimd: 8¹⁵/32" Chr₃ c 20 van 1503 m - 1509 m

Spoelingsverlies 2 m³

Gekernd: 1509 m - 1517,5 m

1517,5 m - 1524 m

(geen spoelingsverlies meer)

Gekernd: 1524 m - 1531 m

Geruimd met 8½" Reed YHG (3 * ³/8"EN) tot 1531 m

Geboord tot 1576 m: Reed YHG (3 * ³/8"EN)

Spoeling: 1,10-59-(24-22-7/21)-5,1-11-1-13-9,5-6-1-38/40

Putafwerking

	<u>Beiteldiameter</u>	<u>Verbuizingen</u>
0 - 707 m:	18 $\frac{1}{2}$ "	0 - 45 m: 24" stove pipe
- 1204 m:	12 $\frac{1}{4}$ "	0 - 706 m: 13 $\frac{3}{8}$ " casing
- 1758 m:	8 $\frac{1}{2}$ "	0 - 1203 m: 9 $\frac{5}{8}$ " casing
- 1771 m:	5 $\frac{7}{8}$ "	0 - 1753 m: 7" casing
- 2195 m:	5 $\frac{27}{32}$ "	- TD: open hole

13 $\frac{3}{8}$ " casing: 0 - 212 m: N80 - 72 lbs/ft
212 - 312 m: N80 - 68 lbs/ft
312 - 706 m: K55 - 68 lbs/ft

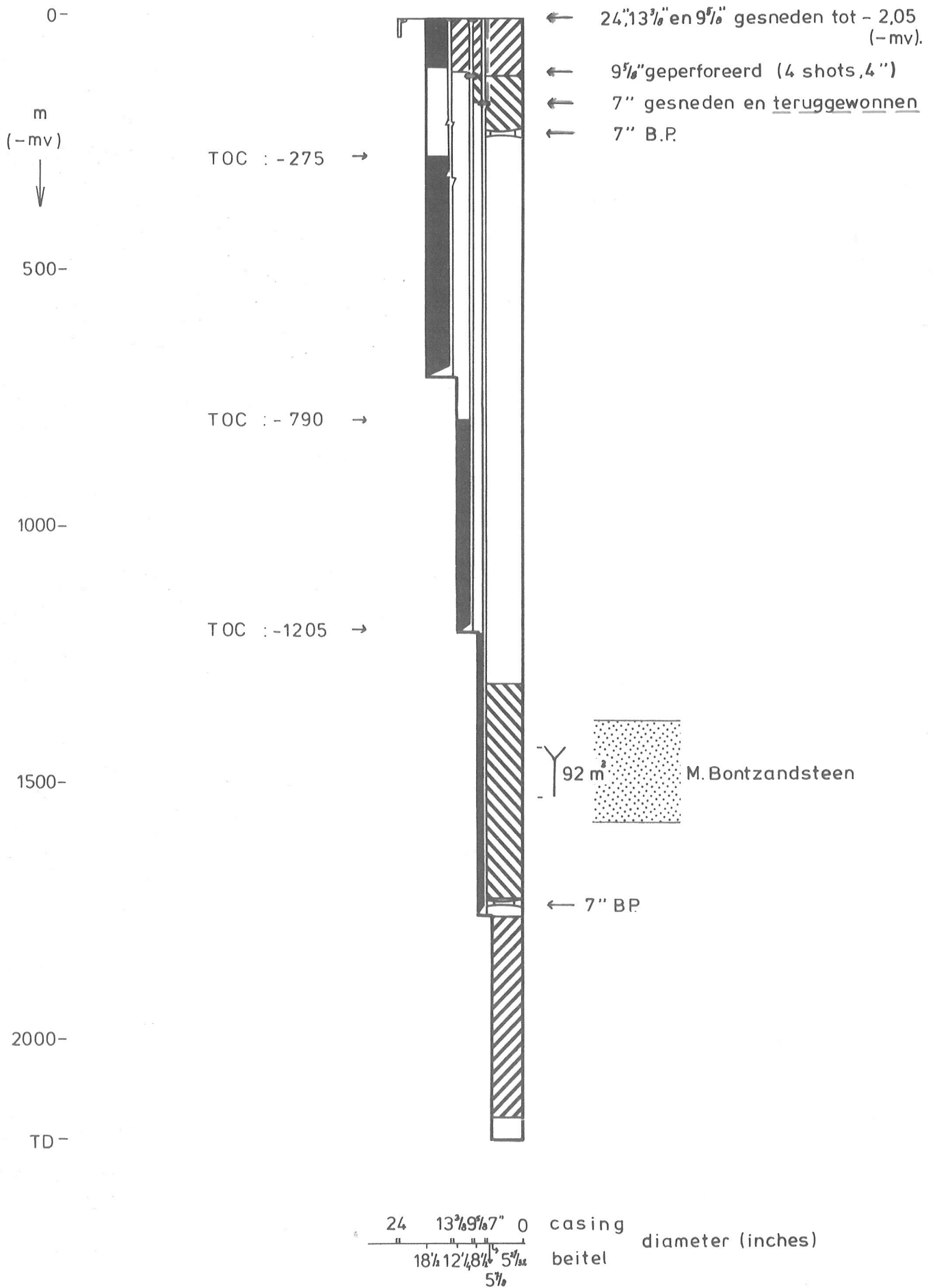
gecementeerd tot - 275 m en opgecementeerd vanaf - 100 m tot het maaiveld.

9 $\frac{5}{8}$ " casing: N80 - 43,5 lbs/ft,
gecementeerd tot - 790 m

7" casing: N80 - 32 lbs/ft,
gecementeerd tot - 1205 m

Afpluggen etc.

- 1) 2150 - 1751 m: 200 z Dijckerhof "E" cement + 50 kg mica (fijn) * zoet water (sg. = 1,86).
(tubing neergelaten tot 2150 m en opgetrokken tot 1751 m).
Op 1736 m bridge plug: 7" Johnston Wasp Mack II
- 2) 1733 - 1306 m: 140 z Dijckerhoff "D" cement * zoet water (sg. = 1,85).
Op 230 m: bridge plug: 7" idem.
- casing gesneden op - 170 m:
gecerculeerd via 9 $\frac{5}{8}$ * 7 annulus
170 m casing 7" teruggewonnen.
- 3) 230 - 120 m: 140 z Enci Portland "A" cement * zoet water (sg. 1,85).
casing 9 $\frac{5}{8}$ casing geperforeerd op - 108 m: 4 * 4" gaten.
Spoeling in 9 $\frac{5}{8}$ " casing en 13 $\frac{3}{8}$ * 9 $\frac{5}{8}$ annulus:
150 z Enci Portl. "A" cement * zoet water (sg. 1,86).
13 $\frac{3}{8}$ " bodemflens verwijderd: kelder 60 cm verdiept.
24"-, 13 $\frac{3}{8}$ "- en 9 $\frac{5}{8}$ " casing afgesneden tot 2,05 m onder maaiveld.
Stalen plaat (+ kraan) op 13 $\frac{3}{8}$ " casing.



Figuur 2.15 PUT-1: Afwerkingsschema (deelgebied-2).

Put-2

Beitels en boorprocedure (Midden-Bunter traject)

Geboord tot - 1353 m: 8 $\frac{1}{2}$ " Reed YT1A (3 \times 3/8")

Gekernd 1353 m - 1362 m

1362 m - 1380 m

Geruimd met 8 $\frac{1}{2}$ " Reed YT1A (3 \times 3/8") en geboord tot - 1475 m

Spoeling: 1,21-35-(6-2-0/2)-12-4,2-0,9-13-2,7.

Putafwerking (dieptes t.o.v. mv)

	<u>Beiteldiameter</u>	<u>Verbuizingen</u>
0 - 300 m:	18 $\frac{1}{2}$ "	0 - 42 m: 22" stove pipe
- 1004 m:	12 $\frac{1}{4}$ "	- 297,5 m: 13 $\frac{3}{8}$ " casing
- 2197,5:	4 $\frac{1}{2}$ "	- 1003 m: 9 $\frac{5}{8}$ " casing
		- TD: open hole

13 $\frac{3}{8}$ " casing: J55-61 lbs/ft

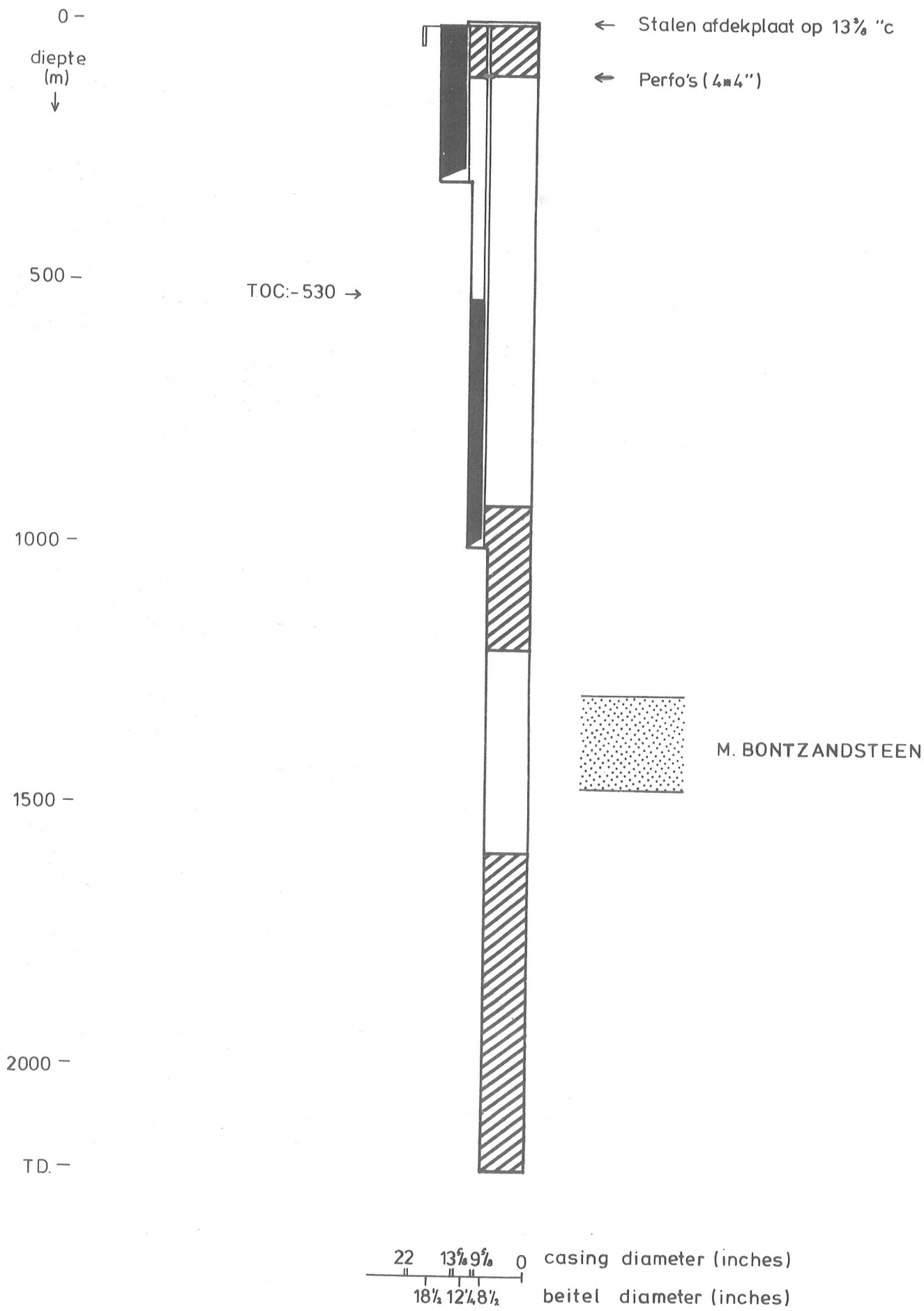
gecementeerd tot opp. met 21T Enci Portland cem. (sg. 1,52)

9 $\frac{5}{8}$ " casing: J55-40 lbs/ft

gecementeerd tot - 530 met 21T Enci Portland cem. (sg. 1,86)

Afpluggen etc.:

- 1) 1587 - 2197 m: 30T Enci cement (sg. 1,85) (tubing opgetrokken tot - 1400 m: cement top gepeild op - 1587 m)
- 2) 1200 - 924m: 20T Enci + 2 $\frac{1}{2}$ % CaCl₂ (sg. 1,85). Tubing opgetrokken tot - 750: top op - 924 m
9 $\frac{5}{8}$ " casing geperforeerd (4 \times 4") op - 100 m: daarna in 9 $\frac{5}{8}$ en 13 $\frac{3}{8}$
- 3) 100 - opp.: 250 z Enci cement + 100 kg CaCl₂ (sg. = 1,85). Stalen plaat (+ kerotestkraantje) op 13 $\frac{3}{8}$ ".



Figuur 2.16 PUT- 2: Afwerkingsschema (deelgebied-2)

2.4 **Deelgebied-3: zuidelijk Zuid-Holland**
Zandsteenlaagpakketten van de Vlieland Formatie (Rijnland Groep; Onder-Krijt).

2.4.1 **Inleiding**

Dit deelgebied beslaat een deel van de Rijswijk Concessie van de NAM. De ligging ervan is aangegeven in Figuur 2.14.

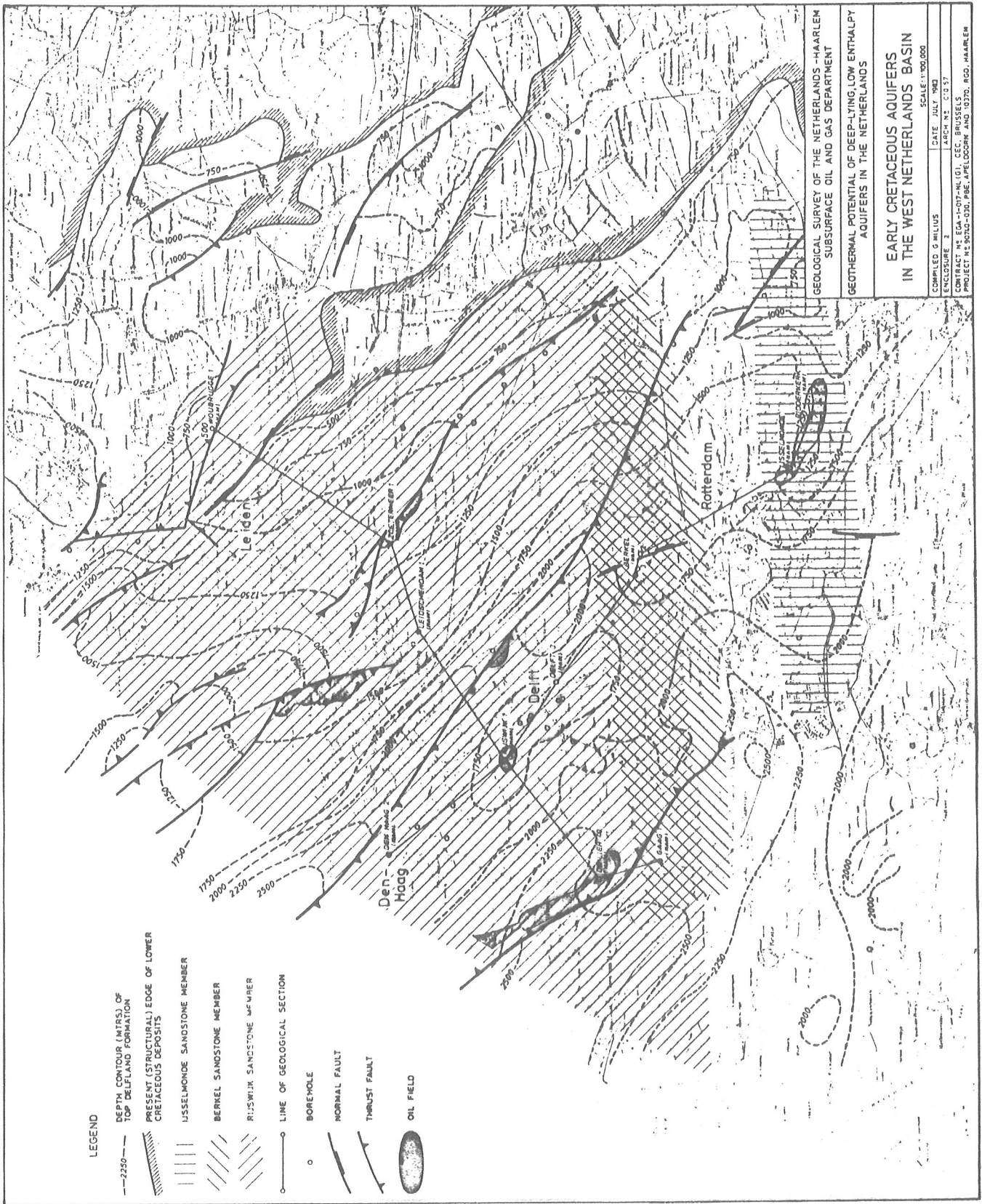
Voor de selectie van dit deelgebied bestaan de volgende argumenten:

- Het voorkomen van goede aquifers in de Vlieland Formatie behorende tot de Rijnland Groep (Onder Krijt), op diepten tot 2500 m (RGD, 1983b).
- De aanwezigheid van een groot aantal putten op vrij regelmatig verspreide locaties in het gehele gebied.
- De aanwezigheid van potentiële afnemers van aardwarmte, met name in de glastuinbouw.

Voor dit deelgebied zijn 24 putten beschouwd, waarvan er 17 informatie leverden over de ontwikkeling en de verticale positie van tenminste één der Onder-Krijt zandsteeneenheden. Van deze is de De Lier Zandsteen te onderscheiden in het SW deel van het gebied. De dikte ervan varieert hier tussen 4 m en 12 m, en de ontwikkeling ervan is dermate kleilig/siltig, dat deze eenheid voor aardwarmte exploitatie ongeschikt is en hierna verder buiten beschouwing zal worden gelaten.

De verbreiding van de overige zandsteeneenheden, de Rijswijk-, de Berkel- en de IJsselmonde Zandsteen is aangegeven in Figuur 2.17 (RGD, 1983b).

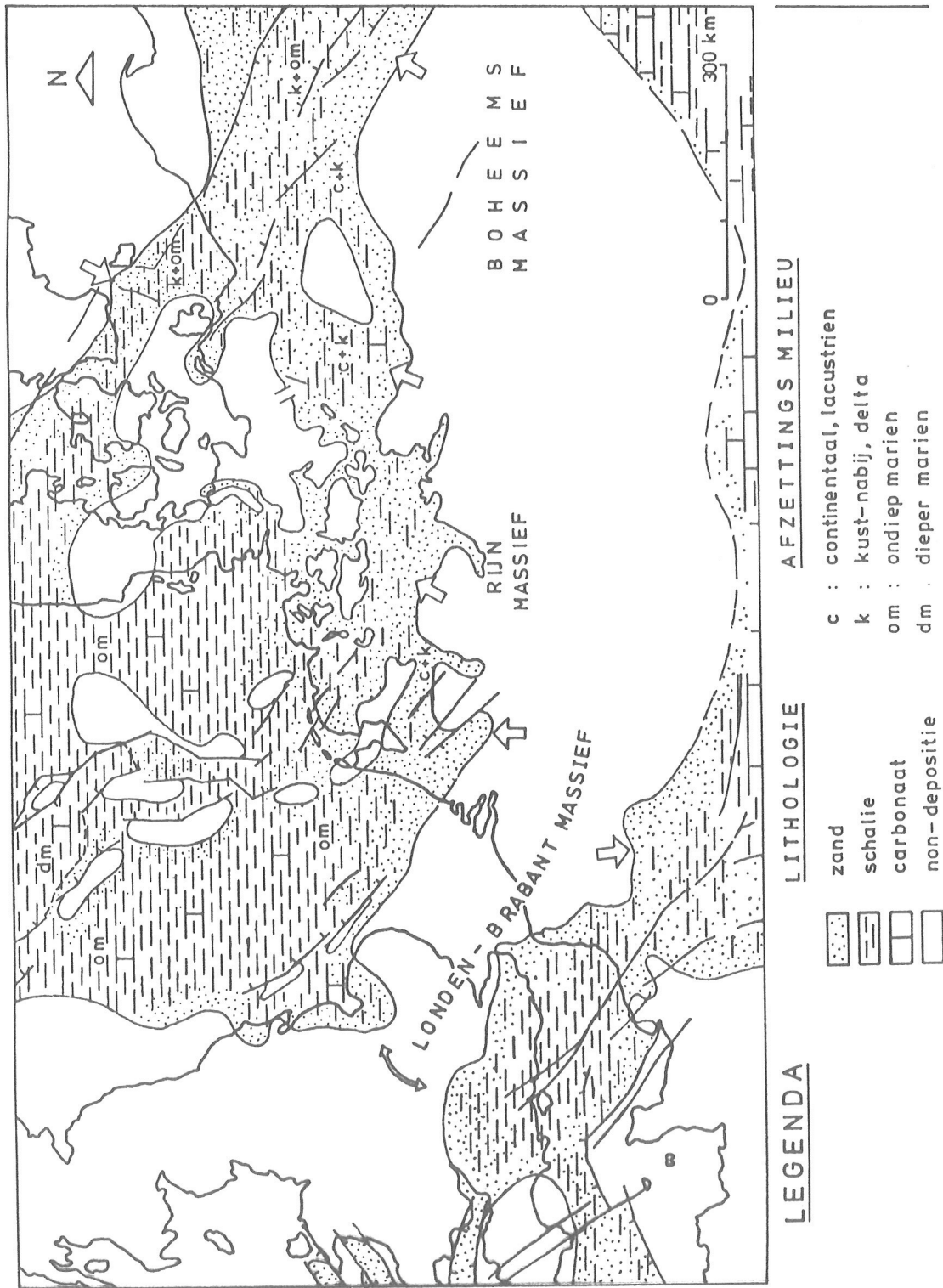
De diepteligging van deze eenheden neemt van SW naar NE af, die van de Rijswijk Zandsteen van \pm 2200 m tot minder dan 1000 m beneden N.A.P. De dikten van de gepreserveerde zandsteenpakketten variëren over hun respectievelijke verbreidingsgebieden. De beschouwde putsecties vertonen globaal gezien afname van de dikte van de zandstenen in alle richtingen vanuit het (centraal-)zuidelijkste voorkomen ervan. In dezelfde richting neemt het kleigehalte van de Rijswijk- en de IJsselmonde Zandsteen toe. In de beschouwde putten neemt het kleigehalte van de Berkel Zandsteen van W naar E toe.



Figuur 2.17 Dieptecontourenkaart van de top van de Delfland Formatie met aanduiding van de verbreiding van de zandsteenlaagpakketten van de Vlieland Formatie (Onder-Krijt) (RGD, 1983b).

2.4.2 Paleogeografische schets (Naar Bodenhausen & Ott, 1981)

Het beschouwde gebied maakte tijdens het Jura en Onder-Krijt deel uit van het West-Nederlands Bekken, een van de kleinere bekkens die ontstonden uit het Permo-Triadische zuidelijk NW-Europees Bekken, ten gevolge van de Vroeg-Kimmerische tektonische fase. Tektonische bewegingen traden daarna gedurende het Jura herhaaldelijk op en hadden een climax aan het eind van het Oxfordien (eind Boven-Jura), waarbij grootschalige opheffing plaatsvond, gepaard gaande met intensieve breukbewegingen. Korstuitbreiding in het West-Nederlands Bekken ging samen met opheffing van het Zandvoort Hoog ten noorden - en het Londen-Brabant Massief ten zuiden van het bekken. De paleogeografische situatie van het Onder-Krijt is afgebeeld in Figuur 2.18. Gedurende het Boven-Jura en Onder-Krijt werd de Delfland Formatie onder continentale- tot paraliësche (kustmoeras) omstandigheden gevormd. Na een periode van non-depositie en erosie tijdens het Onder-Hauterivien volgde de afzetting van de sedimentstapel van de Vlieland Formatie (waartoe de hier beschouwde Onder-Krijt zandsteeneenheden behoren): de stapsgewijze onderwaterstelling van de kustzone (met het Londen-Brabant Massief in het hier beschouwde gebied) had de vorming van basale transgressieve zanden (Rijswijk Zandsteen) tot gevolg, en tijdens de progressieve transgressie, onderbroken door regressie perioden, werden strandwalcomplexen (Berkel- en IJsselmonde Zandsteen) en deltaïsche zandlichamen (De Lier Zandsteen) gevormd. Na afzetting van deze formatie had transgressie plaats en overheersten gedurende de verdere Krijt-periode mariene omstandigheden. Inversie bewegingen traden op tijdens de sub-Hercynische fase (midden Boven-Krijt) en in belangrijke mate tijdens de Laramische fase (eind Krijt). Daarna volgde de mariene transgressie en sedimentatie van het Onder-Tertiair. De mogelijk laatste inversiefase trad op tijdens het Boven-Eoceen en Onder-Oligoceen.



Figuur 2.18 Paleogeografie van het Onder-Krijt (naar Ziegler, 1981).

2.4.3 Structurele Geologie:

De diepte-contourlijnenkaart van de top van de Delfland Formatie (Bodenhausen & Ott, 1981: figuur 5; RGD, 1983b) (zie Figuur 2.14) toont geleidelijke verondieping van de top van deze formatie in een richting van SW naar NE. Maximaal diepteverschil bedraagt in deze richting ongeveer 1750 m. Eenzelfde gekantelde positie van de direct op de Delfland Formatie afgezette Vlieland Formatie kan hieruit worden afgeleid.

Op deze structuur gesuperponeerd zijn enkele in NW-SE richting gerekte depressies en dome-vormige structuren, welke in een aantal gevallen worden verstoord door een van de grootschalige NW-SE strekkende (deels wrench type-) breuken.

De structurele stijl van de "Rijswijk Provincie" is voorname-lijk van Laramische aard (Bodenhausen & Ott, 1981) en wordt weergegeven in de Figuren 2.13 en 2.14.

2.4.4 Lithologie

2.4.4.1 Rijswijk Zandsteen (Boven-Hauterivien)

De dikte van deze member varieert rond de 50 m. Globaal gezien neemt de dikte af met grotere afstand tot het centraal zuidelijk deel van het verbreidingsgebied van de eenheid (zie Figuur 2.14).

In het zuiden van het verbreidingsgebied bestaat de Rijswijk Zandsteen uit een aantal dikke zandsteenseries, naar beneden in dikte afnemend van maximaal 20 m tot enkele meters, welke worden gescheiden door zandige kleisteen-niveaus van 1 tot 5 m dikte.

Noordwaarts gaande over het verbreidingsgebied wordt het lagere deel van de eenheid meer en meer een snelle afwisseling van dunne zandsteen- en kleisteenbanken, terwijl bovenin nog een of twee vrij massieve zandsteenseries zijn ontwikkeld. De zandstenen bevatten banden silt/kleisteen en zijn plaatselijk in de secties conglomeraat. Korrelgrootten van de zandsteen variëren van zeer fijn- tot grofkorrelig. Een zeefanalyse van de bovenste meter zandsteen op één locatie geeft 12% grof zand (1/2 mm), 59% medium zand (1/4-1/2 mm), 13% fijn zand (1/4-1/8 mm), 5% zeer fijn zand (1/8-1/16 mm) en 11% silt- en kleifraction. Verder worden in vrijwel alle putten plaatselijk schelpresten, klei-ijzersteen (vnl. sideriet), koolresten, glauconiet en pyriet aangetroffen. Eveneens is in vrijwel alle putten het onderste gedeelte (tot over tientallen meters) kalkig.

Gezien de variatie in de ontwikkeling van de verschillende putsecties over het gebied is grootschalige continuïteit van zeker de dunnere, afzonderlijke zandsteenlagen twijfelachtig.

Van 7 putten zijn uit kernen waarden voor porositeit en permeabiliteit bekend van meestal slechts gedeeltes van de eenheid. Hiervan variëren de gemiddelde porositeit- en permeabiliteit waarden in de zandsteen secties van 18% tot 23% en van 50 mD tot 750 mD. Deze variaties vertonen geen verband met de hierboven genoemde laterale variaties.

2.4.4.2 Berkel Zandsteen (Midden-Barremien)

De lithologische ontwikkeling varieert over het E-W strekkende verbreidingsgebied (zie Figuur 2.14). De dikte van deze zandsteeneenheid neemt af in W en E richting, van ongeveer 100m tot 40 m in de beschouwde putten.

In het W kunnen twee vrij massieve zandsteenseries worden onderscheiden, gescheiden door een 10 m dik interval van afwisselend kleilig zand en zandige kleibanken. Naar het E toe bestaat de eenheid uit een afwisseling van zandsteenlagen. In het uiterste E bestaat de eenheid uit een afwisseling van kleilige zandsteen en zandige kleisteen. In het N van het verbreidingsgebied is de eenheid ontwikkeld als een afwisseling van goed geconsolideerde zandsteen en kalkige zandige kleisteen, en kort buiten het verbreidingsgebied zijn met deze eenheid te correleren zandige- en siltige kleisteenseries met inschakelingen van zandsteenbanden ontwikkeld.

De zandsteen is bovenin overwegend grofkorrelig en plaatselijk conglomeratisch. De korrelgrootte neemt naar beneden toe gemiddeld af. De sortering varieert van matig tot goed.

De Berkel Zandsteen is plaatselijk kalkig en bevat plaatselijk klei-ijzersteen (sideriet), koolresten en glauconiet.

Uit één van de beschouwde putten zijn uit kernen waarden bekend van porositeiten en permeabiliteiten van het bovenste gedeelte van de zandsteen serie. Deze waarden variëren over meters-dikke intervallen van 14% tot 38% en van 3 mD tot 1300 mD.

Onder de Berkel Zandsteen ligt de voornamelijk fijnzandige Berkel Zand-Schalie, welke een snelle afwisseling van zandsteen en kleisteen niveaus vertoont. Deze eenheid gaat naar beneden toe over in de Rijswijk Zandsteen.

2.4.4.3 IJsselmonde Zandsteen (Boven-Barremien)

Putprofielen van (de) 5 boorlocaties over het gehele verbreidingsgebied van deze eenheid zijn beschouwd. De dikte van de IJsselmonde Zandsteen varieert van 70 m tot 300 m. De beschouwde putsecties vertonen afname van de dikte naar de W- en E uiteinden van het verbreidingsgebied. De diepteligging van de eenheid neemt af van W naar E (zie Figuur 2.14).

In het centrale gedeelte van het verbreidingsgebied zijn drie zandsteenseries ontwikkeld, in elk waarvan inschakelingen van silt- en kleibanden en lagen voorkomen. Tussen deze zandsteenseries zijn zandige kleisteenintervallen met een dikte tot ~~maximaal~~ 10 m ontwikkeld. In elk van de zandsteenseries varieert de korrelgrootte van fijn tot grof, lokaal tot zeer grof/grindig. Korrelvorm varieert van subangular tot round. Sortering varieert van slecht tot goed. Alle secties zijn over het gehele profiel plaatselijk conglomeraties. Verder worden plaatselijk koolsporen, klei-ijzersteen, pyrietsporen en glauconiet aangetroffen. De onderste zandsteenserie is in wisselende mate kalkig.

Slechts van één van de beschouwde putten zijn van het bovenste deel van de middelste zandsteenserie uit kernen waarden van porositeit en permeabiliteit bekend. Over bijna 100 m variëren deze van 25% tot 38% en van 100 mD tot 2000 mD. Gemiddeld zijn de waarden over dit traject ongeveer 30% en 500 mD.

2.4.5 Overige put-informatie

2.4.5.1 Temperaturen

Spaarzame temperatuurgegevens op verschillende diepten kloppen zeer goed met een temperatuurgradiënt van 3°C per 100 m. Bij deze gradiënt treden tussen 1000 en 2500 m diepte temperaturen op van 40° tot 85°C. Gezien de regionaal SW afhellende positie van het Onder-Krijt zijn hierin in deze richting hogere temperaturen ontwikkeld. In combinatie met de geschetste regionale ontwikkeling van reservoirkarakteristieken kunnen de meer (centraal-)zuidelijke voorkomens van de Rijswijk- en IJsselmonde Zandsteen en de centrale tot westelijke voorkomens van de Berkel Zandsteen als meest gunstige Onder-Krijt reservoirs voor aardwarmte-exploitatie worden aangemerkt.

2.4.5.2 Afstanden tussen putten

Horizontale afstanden tussen reservoiransnijding van clusters bedragen minimaal enkele honderden meters. Tussen verschillende putten(groepen) onderling bedragen deze afstanden lokaal slechts 2 à 3 km.

De afstand tussen putmonden van een cluster is gering, meestal in de orde van grootte van tientallen meters.

In het beschouwde gebied is de "putdichtheid" erg groot, zodat de afstanden tussen twee verschillende putten vaak klein is: enkele kilometers, tot soms minder dan één kilometer.

2.4.5.3 Boor-technische informatie en putafwerkingen

Put-1

Procedure over 7 dagen:

1581 - 1589 m: geboord met 8½" Reed jet 2T.

spoeling: 1,23-38-4,5-4,6-0,5-11.

1589 - 1618 m: gekernd, opgeboord met 8½" Ed.SS

spoeling: 1,23-43-4,1-4,8-0,9-11.

1618 - 1647 m: gekernd, opgeboord met 5⁵/₈" RWL, later met 8½" Sec. Bit.

tot 1637 m: spoeling: 1,24-46-5,5-4,9-1,8-11, WL = 15 m³.

tot 1656 m: spoeling: 1,24-41-5,4-5,1-1,2-11, WL = 6 m³.

Vermelde bestanddelen: bentoniet, quebracho, CMC en loog.

<u>Diepte</u>	<u>Beiteldiameter</u>	<u>Diepte</u>	<u>Casingdiameter</u>
0- 157 m	17½"	0- 155 m	13 ³ / ₈ " casing
- 708 m	12½"	0- 705 m	9 ⁵ / ₈ " casing
-2500 m	8½"	0-1210 m	7" casing
		1195-1225 m	5" liner

13³/₈" casing: J55 - 48 lbs/ft, gecementeerd tot het maaiveld.

9⁵/₈" casing: N80-43,5 lbs/ft, gecementeerd tot - 90 m.

7" casing: N80 - 23 lbs/ft, gecementeerd tot - 1010 m.

Aanvankelijk 3 pluggen gezet, op: 1670 - 1720 m,
1570 - 1620 m,
1240 - 1290 m,

Na produktieperiode: plug op: 1100 - 1240 m,
bridge plug op: 220 m.

De 7" casing gesneden op - 169 m: geen circulatie via annulus van de 7" en 9⁵/₈"; 7" gesneden op -121 m en opgehaald.

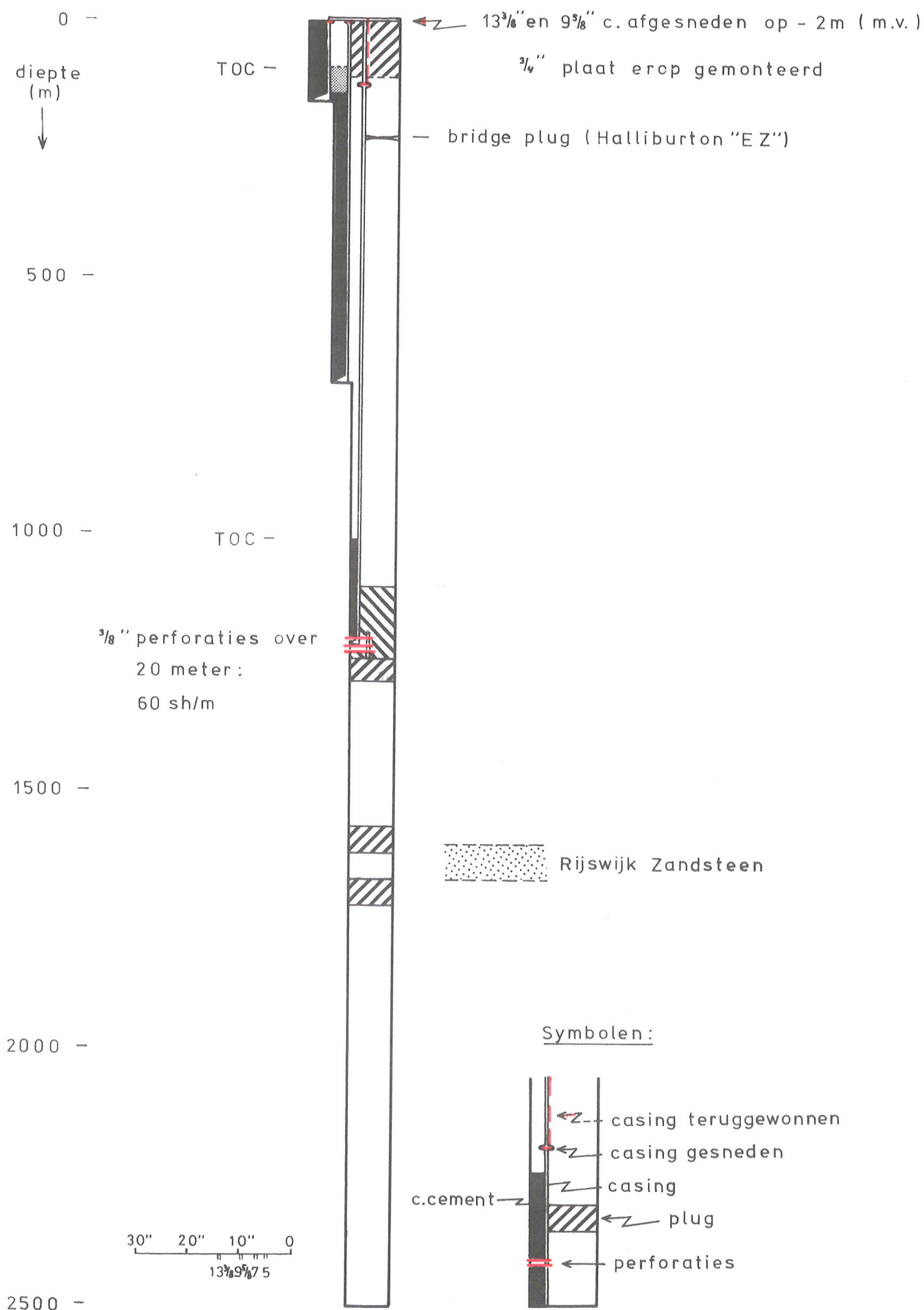
Geprobeerd 7" stuk tussen 169 - 121 los te krijgen, niet gelukt; wel kwam de 9⁵/₈" serie 4 cm omhoog.

De 9⁵/₈" casing gesneden op -117 m, niet losgekregen (40 T). De stove pipe is achterloops. Volop waterverlies bij 35 kg/cm².

Kelder verdiept tot - 2,25 m onder maaiveld.

2" Zij-uitlaat vastgelast op stove pipe. 103 m Tubing ingelaten, bonnet geplaatst, 400 l zoet water reverse ingepompt en reverse cementplug gezet (265 zak cement; s.g. slurry = 1,86). Volledige circulatie, 700 l slurry retour, verlies 2 m³. Kelder verdiept tot - 2,3 m. 9⁵/₈" Serie opgevuld tot -3 m. De 9⁵/₈" en 13³/₈" series afgesneden op -2 m, en 3/4" plaat vastgelast op de 13³/₈".

De putafwerking is schematisch weergegeven in Figuur 2.19.



Figuur 2.19 Put-1: Afwerkingsschema (deelgebied-3)

Put-2

Procedure over 3 dagen.

1768 - 1935 m: geboord met 8½" Reed YS (3 x 11/32") +
2DC 6 3/4" + 8½" stab. + 3DC 6 3/4" + 8½" stab. +
16 DC 6 3/4" + dbp 5".

Spoeling: 1,25-44-(22-11-2/5)-4,1-4,6-2-13-pf9.

Vermelde bestanddelen: Clarsol FB7, sperseen, XP-20,
caustic soda, CMC lv.

<u>Diepte</u>	<u>Beiteldiameter</u>	<u>Diepte</u>	<u>Casingdiameter</u>
0- 108 m	24"	0- 40 m	26" stove pipe
- 607 m	18½"	0- 105 m	20" casing
-1497 m	12½"	0- 605 m	13¾" casing
-2500 m	8½"	0-1495 m	9⅝" casing
		-TD	open hole

26" stove pipe: 9 mm dik.

20" casing: J55 - 94 lbs/ft,
gecementeerd tot maaiveld.

13¾" casing: 0 - 180 m: N80 - 61 lbs/ft,

180 - 605 m: J55 - 61 lbs/ft,

gecementeerd tot - 60 m en opgecementeerd tot maaiveld.

9⅝" casing: 0 - 300 m: N80 - 43,5 lbs/ft,

300 - 1495 m: J55 - 40 lbs/ft,

gecementeerd tot - 500 m.

Pluggen op: 2370 - 2500 m,

1850 - 2100 m,

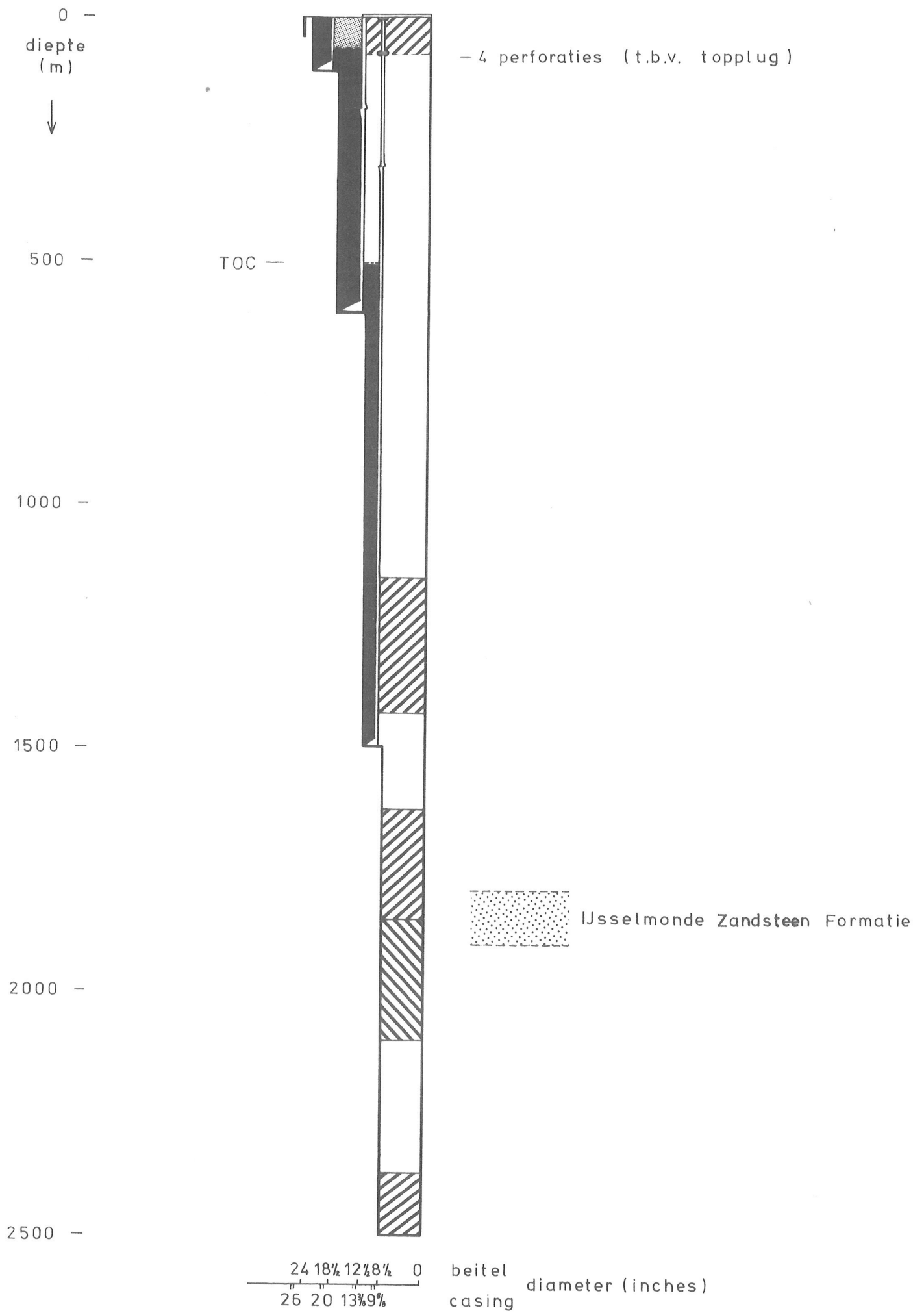
1625 - 1850 m,

1150 - 1425 m.

± 70 tot maaiveld, via perforaties in 9⅝"
casing.

De 9⅝" casing is in de kelder afgesneden, waarna deze is af-
gecementeerd.

De putafwerking is schematisch weergegeven in Figuur 2.20.



Figuur 2.20 Put-2: Afwerkingsschema (deelgebied - 3)

2.5 **Deelgebied-4: oostelijk midden-Friesland**
Slochteren Zandsteen (Boven-Rotliegend, Onder-Perm)

2.5.1 Inleiding

Selectie van dit deelgebied berust op de aanwezigheid van een geschikt geachte aquifer, de Slochteren Zandsteen (RGD, 1983a). Tevens zijn het grote aantal boringen in dit gebied en het agrarisch landgebruik in de regio voor de keuze mede bepalend geweest. De paleogeografische positie van het gebied in het Permisch sedimentatie bekken en ten opzichte van de tectonische eenheden verschilt van die van deelgebied-1; De hierom verwachte verschillen in lithostratigrafische ontwikkeling en tectonische stijl van het Slochteren Zandsteen reservoir tussen beide deelgebieden vormden tevens een punt van overweging voor de selectie van dit gebied.

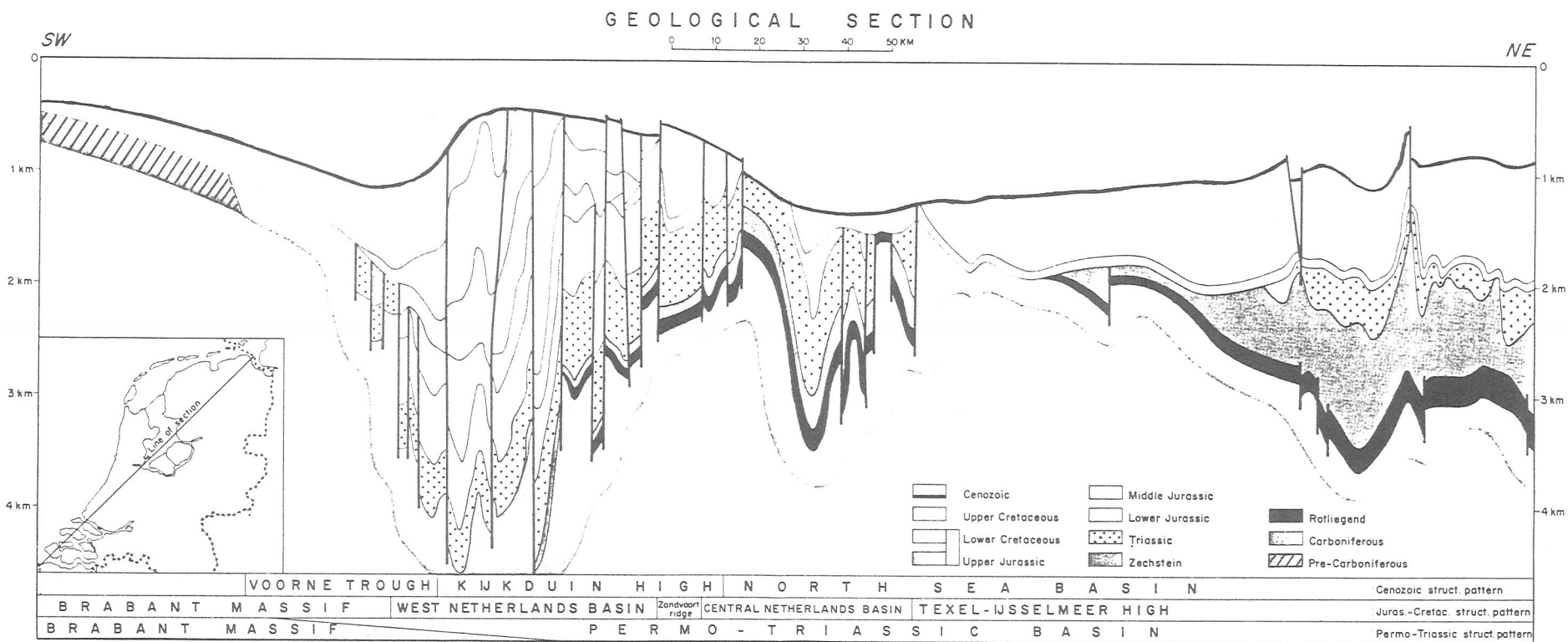
Van 23 putten in oostelijk midden-Friesland is informatie verzameld over de Slochteren Zandsteen Formatie van de Boven-Rotliegend Groep (Onder-Perm). Tevens is in deze putten de ontwikkeling van de Onder-Trias en Onder-Krijt zandsteen series, waar aanwezig, beschouwd.

2.5.2 Paleogeografisch schets

Het beschouwde gebied maakte in het Boven-Rotliegend (Onder-Perm) deel uit van de geleidelijk dalende continentale zone aan de zuidrand van het zuidelijk Permisch bekken. In het betreffende gebied overheersten eolische sedimentatie omstandigheden, terwijl iets verder oostelijk in de bekkenrand zone fluviatiele condities domineerden en in het noorden, bekkeninwaarts, een sebka afzettingsmilieu was ontwikkeld (zie Figuur 2.3). Deze nabijgelegen sedimentatie milieus hebben invloed gehad op de lithologische en lithostratigrafische ontwikkeling van het Boven-Rotliegend in het beschouwde gebied. Hierin verschilt het Boven-Rotliegend van deze regio van dat van Noord-Holland (deelgebied-1). De totale dikte van het gehele Boven-Rotliegend in midden Friesland is bijna even groot als in Noord-Holland. Echter, de netto zanddikte is beduidend geringer dan die van het verder zuidwestelijk gelegen gebied (zie o.a. RGD, 1983a).

2.5.3 Structurele Geologie

Over het beschouwde gebied varieert de diepte tot de top van het Rotliegend van ongeveer 2250 m tot 2500 m beneden NAP. De totale dikte, respectievelijk netto-zanddikte van deze formatie varieert van 125 m tot 210 m en van 105 m tot 150 m. Hoewel het geologisch profiel van Heybroek (1974; zie Fig. 2.21) een geringere mate van tectonische verstoring toont in het noordoosten van Nederland dan in het zuidwesten, zijn er binnen het beschouwde gebied diverse gedeelten te onderscheiden, waarbinnen de diepte tot de top van het Rotliegend min of meer constant is, maar tussen welke onderling deze diepten verschillen. Hieruit kan een breuktectonische stijl worden afgeleid met een spatiëring op kilometerschaal en een verzet in de orde van



Figuur 2.21 Geologisch profiel tussen SW en NE Nederland (Heybroek, 1974).

grootte van tientallen meters. In deze stijl vertoont het beschouwde gebied gelijkenis met het verder zuidwestelijk gelegen deelgebied-1 (Noord-Holland); echter, het verzet is er relatief gering. Binnen het beschouwde gebied verschillen de secties van de Zechstein formatie (Boven-Perm) i.h.a. minder dan 100 m in dikte van elkaar.

Lokaal is nog een, meestal dun, pakket Bontzandsteen (Onder-Trias) aanwezig. Discordant hierop, en elders direct op de Zechstein formatie, zijn Onder-Krijt afzettingen gelegen. De diepte tot de basis van deze afzettingen varieert van ongeveer 1800 m tot 2000 m beneden NAP.

2.5.4 Lithologie

2.5.4.1 Slochteren Zandsteen

Het Boven-Rotliegend in oostelijk midden-Friesland is onder te verdelen in twee laagpakketten: de

1. Slochteren Zandsteen en, hierop afgezet de
2. Ten Boer Kleisteen

De Ten Boer Kleisteen bestaat uit een opeenvolging van vaak dunne kleisteenbanken, die in wisselende mate zandig zijn. Deze gesteenten zijn weinig permeabel en worden daarom hierna niet verder beschouwd.

De Slochteren Zandsteen bestaat uit zandstenen met variërende kleiïgheid en met inschakelingen van kleisteenbanken, die in wisselende mate zandig zijn.

De zandstenen zijn meestal roodbruin gekleurd; Plaatselijk zijn banden en dunne bankjes witte, kalkige zandsteen ingeschakeld. Korrelgrootten variëren van zeer fijn tot zeer grof. De sorte-ringsgraad varieert. In geval van matige sortering is er sprake van een dubbele granulometrie: fijnkorrelig materiaal (korrel-diameter kleiner dan $\frac{1}{2}$ mm) is niet of nauwelijks afgerond, en groverkorrelig materiaal is goed afgerond.

Lokaal zijn op verschillende niveaus inschakelingen van rolste-nen van stollingsgesteente materiaal waargenomen.

Het gesteente is meestal massief gebankt; plaatselijk echter zijn cross-bedding structuren zichtbaar. In delen van het pro-fiel is het materiaal nauwelijks tot niet geconsolideerd, en be-vat weinig, kleiïg cement.

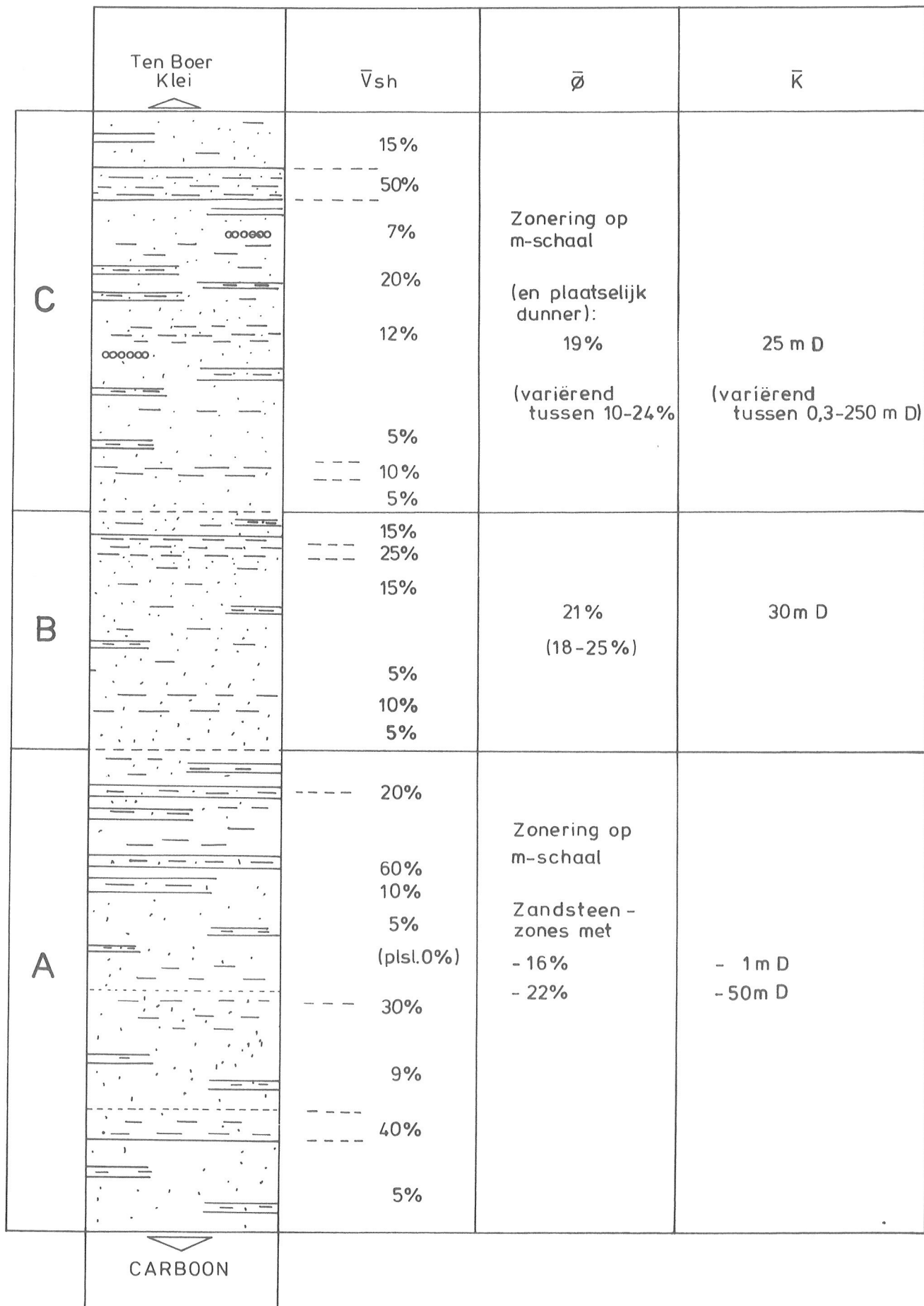
Afzonderlijke kleisteenbanken en zandsteenpakketten zijn slechts lokaal soms vrij goed te correleren, maar over grotere afstanden is deze correlatie onzeker en meestal onmogelijk. Gelijkenis in lithostratigrafische ontwikkeling van de be-schouwde putsecties betreffen voornamelijk trends in verande-ring van kleiïgheid van zanden (op 10 m schaal) en karakteris-tieken van zandsteen-kleisteen afwisselingen (op dezelfde schaal). Op grond van deze overeenkomsten is de hierna beschre-ven, voor dit deelgebied representatieve lithostratigrafie op-gesteld, schematisch weergegeven in Figuur 2.22.

De Slochteren Zandsteen wordt hierbij onderverdeeld in 3 eenheden, van beneden naar boven:

- **Eenheid A** (Dikte \pm 60 m).
Bestaat uit een aantal meters-dikke, roodbruine, schone zandsteen series, doorschoten met dunne, kleiïge zandsteen-bankjes en onderling gescheiden door dikkere (1-3 m), zandige kleisteenbanken.
Boven in deze eenheid neemt de gemiddelde kleiïgheid toe, ten gevolge van toename van het aantal ingeschakelde dunne, kleiïge zandsteen/zandige kleisteenbanken.
Het kleipercentage (Vsh) van de zandsteen series varieert van 0 tot 10%.
Porositeit en permeabiliteit waarden variëren sterk, maar liggen voor de zandstenen gemiddeld rond respectievelijk 22% en 50 mD (zie Figuur 2.22).
- **Eenheid B** (Dikte \pm 30 m).
Bestaat uit een relatief homogene, roodbruine zandsteen serie, die naar boven toe geleidelijk kleiïger wordt. In het lagere deel van deze eenheid is een enkele meters dik kleiïger niveau ontwikkeld. Vrijwel geheel bovenin is een lokaal bijna pure kleisteen band ontwikkeld.
De Vsh neemt opwaarts toe van minder dan 5% tot 15%.
Gemiddelde porositeit en permeabiliteit waarden liggen rond respectievelijk 21% en 30 mD.
- **Eenheid C** (Dikte \pm 50 m).
Bestaat uit een afwissling van in dikte variërende banken en niveaus wisselend kleiïge, roodbruine zandstenen en siltstenen, met plaatselijk witte en rose zandsteen inschakelingen (lenzen, laminae, dunne bankjes). Plaatselijk is scheve gelaagdheid (dips tot 25°) goed zichtbaar aan deze inschakelingen.
De Vsh neemt opwaarts geleidelijk toe van 5% tot 15%.
Lokaal is bovenin een zandige kleisteen bank ontwikkeld, welke wordt bedekt door een enkele meters dikke band vrij schone zandsteen. Deze band heeft een scherpe grens met de Ten Boer Klei.
Porositeit en permeabiliteit variëren sterk, tussen respectievelijk 10% tot 24% en 0,3 mD tot 250 mD.
Voor de zandstenen bedragen deze waarden gemiddeld ongeveer 19% en 25 mD.

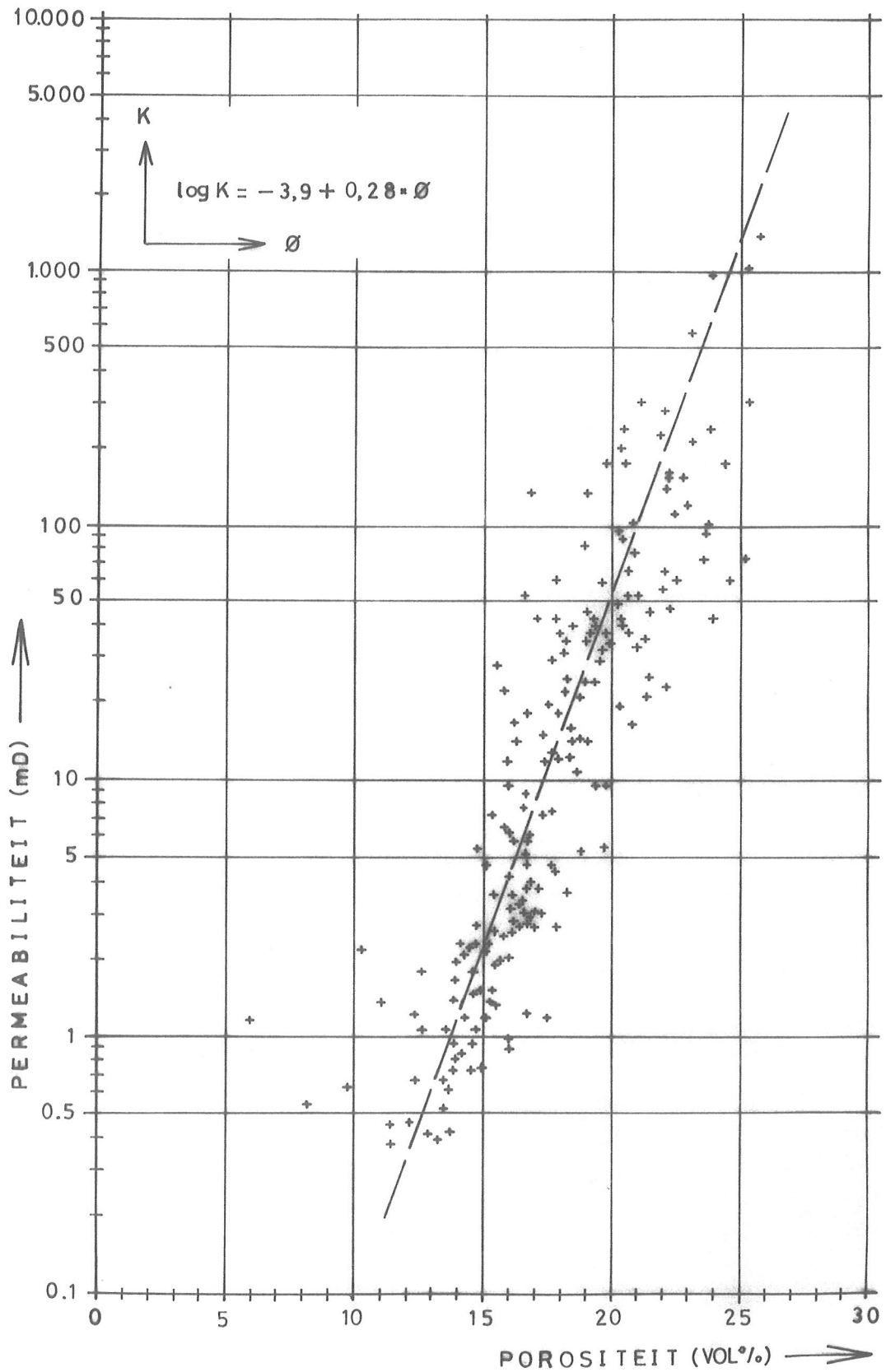
Tussen de porositeit en de logaritme van de permeabiliteit bestaat zeer globaal een lineaire relatie. Echter per waarde van de porositeit kunnen permeabiliteitswaarden tot een factor 10 in grootte verschillen (zie Figuur 2.23).

Temperatuurgegevens van verschillende diepten op verscheidene locaties duiden op een geothermische gradiënt tussen 3 à 3,5°C per 100 m. Uitgaande van een gemiddelde temperatuur aan de oppervlakte van 10°C zal de temperatuur van het formatiewater van de Slochteren Zandsteen in de regio tussen 85°C en bijna 100°C bedragen.



Figuur 2.22

Lithostratigrafie en kwaliteits indicaties
Slochteren Zandsteen, oostelijk midden-Friesland.



Figuur 2.23 Relatie aanduiding tussen porositeit en permeabiliteit (Slochteren Zandsteen, midden-Friesland).

2.5.4.2 **Zandsteen laagpakketten van het Onder-Trias
(Bontzandsteen) en Onder-Krijt (Vlieland formatie)**

- Onder-Trias
Afzettingen van deze ouderdom zijn in slechts acht van de beschouwde putten aanwezig. Het betreft hier siltige tot zandige schalies, met een dikte van slechts enkele meters.
- Onder-Krijt
Afzettingen van deze ouderdom zijn in alle putten aanwezig. De Vlieland Formatie (Midden-Valanginien) bestaat uit zandige kleisteen tot kleiïge, zeer fijne tot fijne zandsteen met ingeschakelde kleilaagjes. De dikte bedraagt op de meeste locaties slechts enkele meters. Porositeit en permeabiliteit waarden zijn zeer laag.

Op grond van de, hier kort weergegeven informatie worden deze beide laagpakketten ongeschikt geacht voor aardwarmte exploitatie.

2.5.5 **Vergelijking van de Slochteren Zandsteen in midden-Friesland
(DG-4) met die in noordelijk Noord-Holland (DG-1).**

Het Boven-Rotliegend in DG-4 bestaat uit de Ten Boer Kleisteen en de hieronder gelegen Slochteren Zandsteen. In DG-1 is de Ten Boer Kleisteen niet ontwikkeld. Zandpercentage van de Boven-Rotliegend groep variëren in DG-4 tussen 60% en 70% en bedragen in DG-1 meer dan 95% (RGD, 1983a).

De totale dikte van het Boven-Rotliegend varieert in DG-4 van 125 m tot 210 m en in DG1 van 160 m tot 275 m; De dikte van de Slochteren Zandsteen varieert respectievelijk van 105 m tot 150 m en van 160 m tot 275 m.

De Slochteren Zandsteen is in DG-4 sterker kleiïg ontwikkeld dan in DG-1. Porositeit en permeabiliteit van de zandstenen zijn grotendeels lager in DG-4 dan in DG-1, gemiddeld respectievelijk 19% en 25 mD, en 21 % en 100 mD.

Van de structurele geologie van DG-4 kan veel minder worden gezegd dan van die van DG-1. Een met dat van DG-1 vergelijkbaar breukensysteem is voor DG-4 afgeleid. Verzet langs de breuken bedraagt in DG-4 echter maximaal slechts enkele tientallen meters, tegen enkele honderden meters in DG-1. Voor DG-4 houdt dit grote horizontale continuïteit van de Slochteren Zandsteen in, in tegenstelling tot in DG-1, waar door breukbewegingen de Slochteren Zandsteen veelal in geïsoleerde stukken voorkomt. De diepten tot de top van de Slochteren Zandsteen variëren in DG-4 van -2250 m tot -2500 m en in DG-1 van -1950 tot -2800 m. In DG-4 varieert de temperatuur in de Slochteren Zandsteen daarom weinig, rond ongeveer 95°C. In DG-1 is deze spreiding groter rond dezelfde waarde.

2.5.6 Putafwerkingen en boor-technische informatie

Put-1

Boor-procedure en afplugging

Boring gevorderd tot beneden 1983m; Perforaties aangebracht tussen:

1975 - 1979 m: 22 jet shots (2 sh/ft); dan DST.

1979 - 1983 m: 26 jet shots; dan DST.

Interval gesqueezed met 126 z. cement ("E"-Dijckerhoff) tot een druk van 4000 psi.

Geboord tot einddiepte.

Spoeling: van 0 - 2009 m: zoet water + bentoniet

verder tot TD : zout water (verzadigd) + SP - XP - 20

Plug gezet van 2377 tot 2290. Werd echter niet aangetroffen.

Daarom nog een plug van 2376 tot 2295; Werd afgeslepen tot 2300 m.

Bridge plug gezet op 1990 m ($9\frac{5}{8}$ "), waarna extra perforaties aangebracht:

1975 - 1980: 90 jet shots (6 sh/ft); DST.

HOWCO DC squeeze packer op 1932 m, waaronder 94 x. cement werden geperst tot een druk van 3400 psi.

20 z cement op packer: plug tot 1916 m.

Plug gezet op 1018 tot 913 m. Top plugs: 37 m tot 12 m en 8,4 m tot 2,4 m.

De $13\frac{3}{8}$ x $9\frac{5}{8}$ " annules gesqueezed met cement.

Alle wellhead materiaal verwijderd, behalve de $13\frac{3}{8}$ Braden Head. Hierop werd een plaat en een 2" valve gemonteerd.

Putafwerking

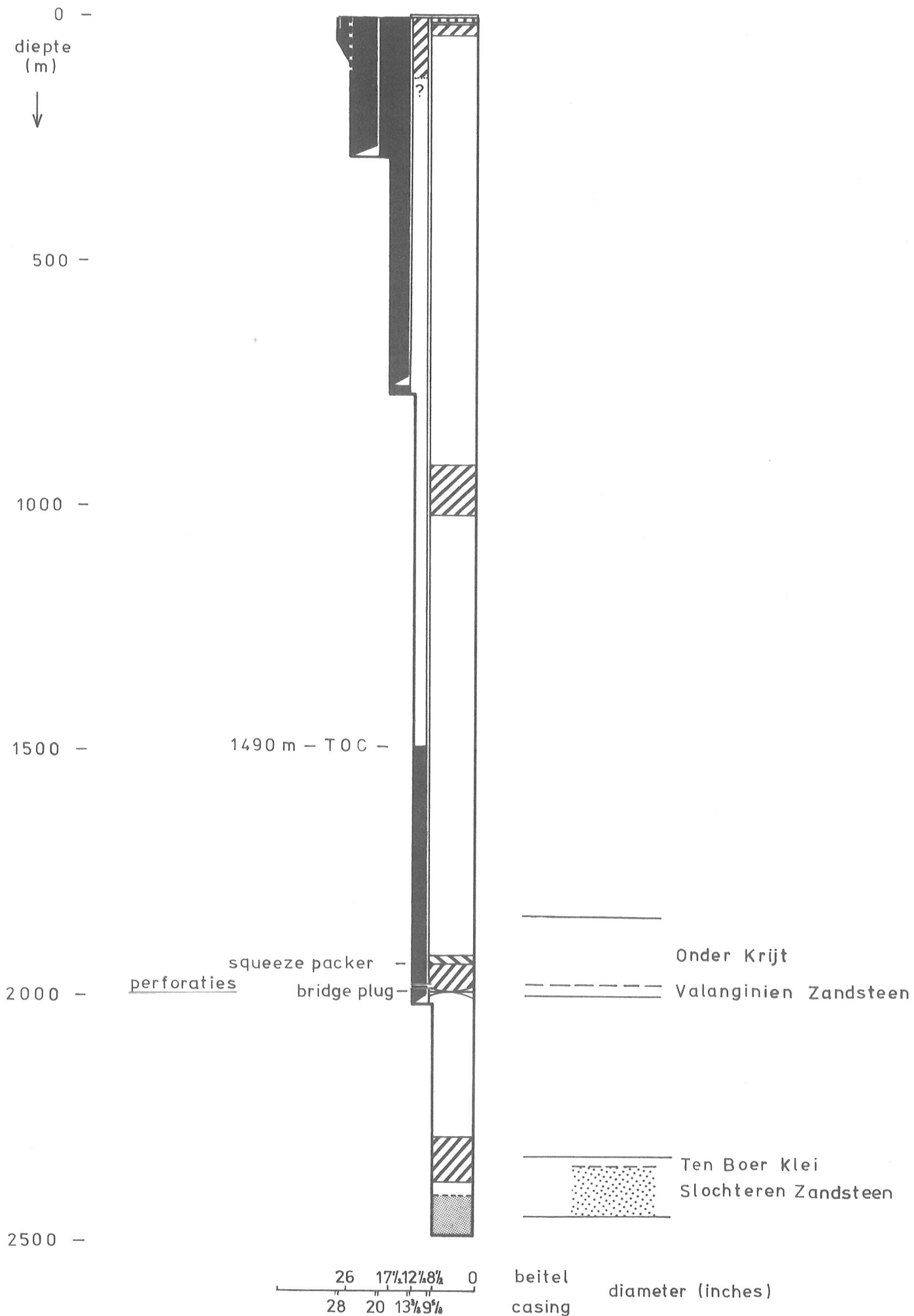
<u>Beiteldiameter</u>	<u>Verbuizingen</u>
0 - 27 m: 28"	stove pipe
0 - 287 m: 26"	0 - 287 : 20" casing
- 770 : $17\frac{1}{2}$ "	0 - 754 : $13\frac{3}{8}$ " casing
- 2013 : $12\frac{1}{4}$ "	0 - 2009 : $9\frac{5}{8}$ " casing
- 2486 : $8\frac{1}{2}$ "	- TD : open hole

20" casing: H40 - 94 lbs/ft, gecementeerd tot het maaiveld.

$13\frac{3}{8}$ " casing: N80 - 72 lbs/ft, gecementeerd tot het maaiveld.

$9\frac{5}{8}$ " casing: N80 - 47 lbs/ft, gecementeerd tot - 1490 m.

De putafwerking is schematisch weergegeven in Figuur 2.24



Figuur 2.24

Put - 1 :

Afwerkingschema (deelgebied -4)

Put 2

Spoeling

0 - 357 m: zoet water + bentoniet + FCL; sg = 1,17;
visc. 55; WL 7; ½ g. NaCl/l
tot 2041 m: zoet water + bentoniet + FCL; sg = 1,26;
visc. 65; WL 3; 5 g. NaCl/l; pH = 9
tot 2470 m: zout water + FCL; sg = 1,30; visc 45;
WL 1,7; 310 g. NaCl/l; pH = 9
tot TD : zout water + FCL; sg = 1,33; visc. 60;
WL 4,5; 310 g. NaCl/l; pH = 8,5

Putafwerking

	<u>Beiteldiameter</u>		<u>Verbuizingen</u>
		0 - 22 m:	26" stove pipe
0 - 357 m:	24"	0 - 356 :	20" casing
- 1065 :	18½"	0 - 1065 :	13 ³ / ₈ " casing
- 2041 :	12¼"	0 - 2034 :	9 ⁵ / ₈ " casing
- 2755 :	8½"	- TD :	open hole

20" casing: J55 - 94 lbs/ft
gecementeerd tot maaiveld.
13³/₈" casing: 0 - 647 m: N80 - 68 lbs/ft
647 - 1059 : J55 - 68 lbs/ft
gecementeerd tot maaiveld.
9⁵/₈" casing: 0 - 207 m: N80 - 47 lbs/ft
207 - 1455 : N80 - 40 lbs/ft
1455 - 1864 : N80 - 43,5 lbs/ft
1864 - 2034 : P11 - 40 lbs/ft
gecementeerd tot - 922 m.

Afplugging

2580 - 2340 m: 15 T "A" cement,
2100 - 1985 m: 10 T "A" cement,
1940 m: bridge plug,
9⁵/₈" casing gesneden op 110 m en teruggewonnen
160 - oppervlakte: top plug,
13³/₈" en 20" casing afgesneden op 1,5 m onder maaiveld.

De putafwerking is schematisch weergegeven in Figuur 2.25

0 -
diepte
(m)
↓
500 -
1000 -
1500 -
2000 -
2500 -
TVD
2755 -

922m - T O C -

bridge plug

casing gesneden casing teruggewonnen

Slochteren Zandsteen

24 18 1/2 12 8 1/2 0
26 20 13 9 1/8 beitel } diameter (inches)
 casing }

Figuur 2.25 Put - 2: Afwerkingsschema (deelgebied -4)

3. PUT-TECHNISCHE EN ECONOMISCHE ASPECTEN VAN HERGEBRUIK VAN DRY HOLES VOOR DE WINNING VAN AARDWARMTE.

3.1 Inleiding

Ten behoeve van de winning van olie en gas is in Nederland tot op heden al een zeer groot aantal boring uitgevoerd. Hierin worden de potentiële aardwarmte reservoirs veelal geheel of grotendeels aangesneden. Een groot aantal putten is echter niet/niet meer rendabel en om die reden door de oliemaatschappijen verlaten. Het ligt daarom voor de hand na te gaan of en zo ja, op welke wijze deze putten gebruikt kunnen worden voor de winning van aardwarmte. In dit rapport wordt aangegeven welke technieken en materialen daarvoor gebruikt zouden kunnen worden. Daar deze alle min of meer standaard in de olie-industrie toegepast worden zal hier vooral ter sprake komen welke overwegingen in het bijzonder gelden bij de aardwarmte winning.

De belangrijkste reden om een verlaten put weer in bedrijf te stellen is de verwachting daardoor kosten te kunnen besparen. Er is dan ook getracht een ruwe economische vergelijking te maken tussen de kosten van hergebruik van een oude put en de kosten van een nieuwe put.

Hergebruik brengt risico's met zich mee met betrekking tot de staat waarin de put blijkt te verkeren wanneer deze heropend en geïnspecteerd wordt. In paragraaf 3.6 wordt een poging gedaan dit aspect te kwantificeren.

Bij de beschouwing wordt als uitgangspunt gehanteerd dat hergebruik overwogen wordt om een van de volgende redenen:

- de formatie nader te onderzoeken op zijn aardwarmte potentieel, zonder dat het de bedoeling is ter plaatse een aardwarmte doublet in te richten, of
- ter plaatse een doublet voor de winning van aardwarmte in te richten, waarbij de oude put als produktie- of injectieput wordt ingericht. Als de oude put niet bruikbaar blijkt te zijn worden beide putten van het doublet nieuw geboord. Dit onderscheid wordt gemaakt omdat het van invloed is op de economische beschouwingen.

Ook wordt er van uitgegaan dat de resultaten van het geologische en geothermisch vooronderzoek van de beschouwde lokatie de aanleiding vormen een booroperatie te ondernemen. Overwegingen van reservoirtechnische aard komen daarom in de volgende hoofdstukken niet voor.

Om een inzicht te krijgen in de toegepaste technieken bij het boren en verlaten van putten in de vier onderzochte gebieden (hoofdstuk 2) heeft de Rijks Geologische Dienst uit elk gebied twee boringen geselecteerd. Hiervan werden, met inachtneming van de confidentialiteit, die gegevens ter beschikking gesteld aan de medewerkers van DGV/TNO die relevant leken te zijn voor het onderhavige onderzoek. Met deze informatie was echter niet

voor elke boring een specifieke technische- en economische analyse uitvoerbaar (zie verder paragraaf 3.7).

De kostenberekeningen in dit rapport zijn gemaakt op basis van prijsinformatie uit de boorindustrie. De verschillen tussen de prijzen voor dezelfde materialen of diensten is zeer groot (tientallen tot honderden procenten). Ook variëren de prijzen zeer snel in de tijd met de veranderingen in de verhoudingen tussen vraag en aanbod.

Een en ander heeft tot gevolg dat de marges van de ramingen groot zijn, en daarom als niet meer dan een eerste indicatie beschouwd kunnen worden voor de orde van grootte van de economische aspecten die met het hergebruik van "dry holes" gemoeid zijn. Er zij daarom met nadruk op gewezen dat elk concreet geval opnieuw onderzocht en doorgerekend zal moeten worden om een nauwkeurig inzicht in dat specifieke geval te kunnen krijgen.

Over het onderwerp van deze studie zijn, voorzover bekend, slechts in Frankrijk twee publikaties verschenen (Clamens, 1981 en Coustau et al., 1985). Algemene literatuur op het gebied van de aardwarmte exploitatie en de boortechniek is geraadpleegd, welke in de literatuurlijst wordt aangetroffen. Daarnaast zijn de inzichten welke overleg met de drie meest vooraanstaande franse ondernemingen*) in de geothermie heeft opgeleverd in de resultaten verwerkt.

3.2 Dry Holes

Bij de inventarisatie van potentieel te gebruiken diepboringen voor de winning van aardwarmte is gelet op boringen die volgens de ter beschikking staande beschrijvingen mogelijkerwijze in aanmerking komen om getransformeerd te worden in een produktie- of winningsput voor warm water. In navolging van de in de aardolie-industrie gebruikte terminologie wordt hier de term "dry hole" gebruikt, waarmee een boring mee wordt bedoeld waarin geen olie of gas is aangetroffen in hoeveelheden die de exploitatie rechtvaardigen. Dit betekent in de praktijk wél dat er in sommige gevallen gas of olie in een dergelijke put aangetroffen kan worden. Hiermee dient bij latere interventies dan ook rekening te worden gehouden.

*) Dit zijn de Compagnie Francaise pour le Développement de la Géothermie et des Energies Nouvelles (CFG), GEOTHERMA, en de Société de Prospection et d'Etudes Géothermiques (SPEG).

In Nederland is het definitieve verlaten van een boring onderworpen aan de bepalingen van de "Nadere regelen Mijnreglement verlaten van boorgaten" van 16 mei 1967, gewijzigd bij beschikking d.d. 27 april 1976 (Stcrt. 94, 1976). Hierin wordt globaal het volgende bepaald:

afwerking aan de oppervlakte	casing afsnijden onder m.v. en dichtlassen met stalen plaat aan buitenste casing. Vanaf deze plaats tot een diepte van 100 meter moeten de boring en de annulaire ruimtes voorzover niet reeds gecementeerd met cement worden afgeplugd.
afgesneden verbuizing	ter weerszijde van de plaats waar een verbuizing is afgesneden dient een cementprop van 50 m aangebracht te worden, dus in totaal een prop van minimaal 100 m
geperforeerde verbuizing	hiervoor geldt het zelfde als voor afgesneden verbuizing.
onverbuisd boorgat	een cementprop moet worden geplaatst vanaf de schoen van de diepste verbuizingsserie tot 100 meter daar boven.

Figuur 3.1 geeft e.e.a. schematisch weer. In het algemeen mag van deze bepalingen worden afgeweken als een andere, tenminste gelijkwaardig afsluiting wordt aangebracht.

In de meeste van de bij het onderzoek beschouwde putten is bij het verlaten getracht een gedeelte van de verbuizing terug te winnen. Dit betekent dat de 9⁵/₈ of 7" verbuizing op enkele honderden meters diepte is afgesneden en getrokken. In enkele gevallen is de onderneming kennelijk mislukt en moet aangenomen worden dat de verbuizing ter plaatste in ieder geval beschadigd is. De informatie ter zake is niet steeds eenduidig en zal in specifieke gevallen zorgvuldig bestudeerd moeten worden.

Bij het zetten van de cementprop wordt vaak gebruik gemaakt van een bridgeplug. Deze zijn goed te doorboren.

In de praktijk van het verlaten van putten komt het soms voor (of is het voorgekomen) dat het gat als afvalkuil wordt/is gebruikt. Het is onnodig op te merken dat dit niet wordt gedocumenteerd. Dit betekent wel dat heropenen op grote problemen kan stuiten of zelfs onmogelijk kan blijken door het aanwezige schroot. De rig-kosten kunnen, in het geval dat er gevist moet worden, snel oplopen daar ze per uur berekend worden.

3.3

Uitgangspunten

In dit verslag wordt er vanuit gegaan dat de conversie van een "dry hole" tot doel heeft: hetzij een put te verwerven die het mogelijk maakt de reservoir eigenschappen te testen, hetzij een put te verwerven die deel kan uitmaken van een geothermisch doublet. In het eerste geval behoeft de putinrichting aan minder dwingend voorgeschreven eisen te voldoen, daar het testprogramma er binnen zekere grenzen op afgestemd kan worden. In het tweede geval moet, de Nederlandse omstandigheden in aanmerking genomen, de put de volgende, globale eigenschappen bezitten:

Debiet

Het productie- zowel als het injectiedebiet zullen ongeveer 200 m³/uur bedragen. Dit stelt eisen aan de casingdiameters. Om de stijghoogte-verliezen binnen aanvaardbare grenzen te houden moet, bij een debiet van meer dan 150 m³/uur, voor de verbuizing met de kleinste diameter uitgegaan worden van minimaal 7". De meerkosten van een 9⁵/₈ verbuizing worden bij een nieuwe boring gecompenseerd door de geringere stijghoogte-verliezen bij een produktiedebiet van meer dan 250 m³/uur en reeds bij een injectiedebiet van meer dan 200 m³/uur.

In verband met de diameters van de onderwaterpompen die in de produktieput nodig zijn, en rekening houdende met de pompen die thans op de markt zijn te verkrijgen, is voor een debiet van minder dan 170 m³/uur een casingdiameter voor de pompkamer nodig van 10³/₄ en voor een hoger debiet van 13³/₈.

Voor ons ontwerpdebiet van 200 m³/uur leidt dit dus tot het volgende:

- productieput pompkamer diameter 13³/₈
 kleinste verbuizingsdiameter 7"
- injectieput injectieverbuizing 7" of 9⁵/₈

Indien een filter toegepast wordt zal de diameter niet kleiner dan 7" moeten zijn.

Temperatuur

Er wordt vanuit gegaan dat de temperatuur tussen de 60 en 90 graden zal liggen (lage-enthalpie aardwarmte). Dit stelt geen ander eisen dan dat de verbuizingen over hun gehele lengte tot aan de oppervlakte gecementeerd zijn, om te voorkomen dat ze bij stijging van de temperatuur door uitzetting samengedrukt worden (buckling).

Filterlengte

De eigenschappen van het reservoir bepalen de filterlengte die nodig is om het gewenste productie- of injectiedebiet te bereiken. Indien de dikte van het reservoir niet groot genoeg is om aan de filterlengte plaats te bieden, dan wordt, uitgaande van een optimale afpompings respectievelijk drukverhoging, daardoor het maximale pomp- of injectiedebiet bepaald.

Bij de globale kostenberekeningen is steeds uitgegaan van een filterlengte van 60 m.

3.4 Technische aspecten

In deze paragraaf komen die technische aspecten ter sprake die specifiek i.v.m. hergebruik van dry holes de aandacht verdienen. Op onderwerpen die tot de normale praktijk van een lage-enthalpie aardwarmte projekt gerekend kunnen worden, of die tot de normale boortechniek behoren, wordt niet nader ingegaan.

3.4.1 Vorbereiding

Lokatie identificatie

Bij het verlaten worden boringen op enkele meters onder het maaiveld afgewerkt, de boorplaats wordt opgeruimd en het platform van asfalt of beton wordt verwijderd. Nadat de lokatie weer als bouwland in gebruik is genomen wijst niets er meer op dat hier ooit een oliebooring is gemaakt. De plaats van het centrum van het gat wordt met een nauwkeurigheid van enkele meters tot enkele tientallen meters middels geografische coördinaten in de archieven aangegeven. Het ligt voor de hand dat bij het opsporen, naast het nauwkeurig inmeten, ook gebruik gemaakt worden van mijndetectors en geofysische methoden, zoals electro-magnetische (EM) metingen. Het zal enkele uren tot enkele dagen kosten om het gat op te sporen en vervolgens de resten van de kelder en de bovenkant van de verbuizing uit te graven.

Boorlokatie

Het type operaties dat nodig is om de put opnieuw in gebruik te nemen vereist in het algemeen geen machine van dezelfde capaciteit als die, welke nodig was om de put te boren. Indien het echter in de bedoeling ligt een aardwarmtewinnings-douplet in te richten zal het altijd nodig zijn een tweede put gedeveerd te boren vanaf dezelfde lokatie. De boorlokatie en de te gebruiken machine zullen in dat geval dus moeten voldoen aan de eisen die het boren van een nieuwe put stelt.

Het openen van de boring

De volgende operaties zullen moeten worden uitgevoerd.

- het installeren van een bronbemaling
- bouw van een nieuwe kelder
- verwijderen van de afdekklaar en opbouwen van een nieuwe putkop
- opbouw van een Blow Out Preventor (BOP stack)
- uitboren van de cementproppen tot de diepte waarop is gepland schuin uit het boorgat weg te boren (kick-off point) of de diepte waar de verbuizing zal worden geperforeerd om het reservoir te bereiken.

Controle van de verbuizing

De staat waarin de verbuizing verkeert (corrosie, scaling) kan gecontroleerd worden met een multi finger caliper (MFC). De C.G.F. gebruikt een eigen MFC met 40 tasters. Schlumberger heeft een apparaat met 60 tasters ter beschikking. C.G.F. heeft met de bore hole television (BHTV) van Schlumberger de nauwkeurige positie van gaten in de verbuizing vastgesteld.

Voor het meten van de wanddikte van de verbuizing kan een Electromagnetic Thickness Log (ETL) zoals het Vertilog van Dresser Atlas gebruikt worden.

In elk geval dienen er drukproeven op de casing uitgevoerd te worden.

Om de lokatie van de casing collars vast te stellen is een casing collar locator log (CCL) nodig.

Voor inspectie van de cementering staan de klassieke cement bond log (CBL) of de modernere CET-X (Schlumberger) ter beschikking.

3.4.2 Het openen van het reservoir

Voor het bereiken van het beoogde reservoir staan in principe de volgende vier technieken te beschikking.

- Uitdiepen
 - Perforatie van de verbuizing
 - Frezen van een venster
 - Deviëren (side-tracking) uit het al dan niet verbuisde boorgat.
- Uitdiepen komt in aanmerking daar waar het aardwarmte reservoir dieper ligt dan de einddiepte van de verlaten boring. Voordeel van deze methode is dat hierbij een voor aardwarmte-exploitatie optimale boortechniek kan worden toegepast en de put optimaal kan worden afgewerkt. Echter, in de praktijk zullen de afwerking en de huidige staat van de bestaande put het toepassen van deze methode sterk beperken.
- Het perforeren van casings is een in de olie industrie gebruikelijke techniek, die eenvoudig is uit te voeren. De perforaties kunnen ook door meerdere gecementeerde casings heen worden uitgevoerd. De doordringingsdiepte in het reservoir wordt dan wel geringer. De techniek heeft het nadeel dat er grote onregelmatig gevormde gaten ontstaan. Zand kan, zeker bij de hoge instroomsnelheden die de aardwarmteproductie vergt, gemakkelijk mee het boorgat in komen. Het is dan nodig een filterconstructie binnen de casing aan te brengen. Dit kan bezwaarlijk zijn indien de binnendiameter van de geperforeerde casing te gering is. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om, wanneer uit praktijkexperimenten de noodzaak hiervan blijkt, chemicaliën te injecteren die de korrels van het gesteente rond het boorgat "coaten" en aan elkaar verbinden. Testen tonen aan dat de permeabiliteit hierdoor slechts in geringe mate afneemt. Een voorbeeld van deze methode is het "silicalock" proces dat recent bij het Kon. Shell Expl. & Prod. Lab. in Rijswijk is ontwikkeld. Het zandprobleem treedt uiteraard niet op als het reservoir uit hard gesteente bestaat. De ervaring in Frankrijk wijst er op dat de onregelmatig gevormde gaten na verloop van tijd hoge instromingsverliezen veroorzaken. Dit bezwaar geldt des te sterker als de verbuizing gecementeed was.
- In plaats van een casing te perforeren kan zij ook in z'n geheel over een traject tegenover het reservoir worden weggefreed. Dit is een langzame en dure operatie die echter de mogelijkheid biedt een betere filterconstructie aan te brengen door het gat te verwijden (under reamen) en een filter met grindstorting (gravel pack) toe te passen (paragraaf 3.4.3).

- Deviëren uit het al dan niet verbuisde boorgat bestaat uit het vanaf een van te voren bepaalde diepte (het "kick-off point") schuin uit het gat weg boren. Ook dit is een in de olie-industrie goed bekende techniek. Wanneer dit uit een reeds verbuisd gat dient te geschieden wordt de casing eerst over enkele meter weggefreest. Onder het kick-off point wordt een cementprop aangebracht om het gereedschap de nodige ondersteuning te geven. De deviatiehoek wordt in stapjes van een graad per tien meter opgebouwd en is meestal zeer nauwkeurig te beheersen.

Er staan twee typen gereedschap ter beschikking, de whipstock en de turbineboor. Het eerste type is weliswaar langzaam doordat extra round trips gemaakt moeten worden, maar ook goedkoop. Het tweede is sneller, maar ook duurder. De keuze tussen de twee kan op economische gronden gemaakt worden. Op grotere diepte gaan de kosten van de extra round trips zwaarder wegen zodat de voorkeur dan naar de turbineboor zal uitgaan.

Voor het bereiken van het reservoir gaat de voorkeur uit naar het deviëren uit het boorgat, daar met deze methode een verse, schone boorgatwand verkregen kan worden, die zo min mogelijk beschadigd is, waardoor de permeabiliteit optimaal is.

3.4.3 Afwerking

Nadat het reservoir is geopend zijn er vier opties voor de afwerking (figuur 3.2).

- open gat
- filter zonder grindomstorting
- filter met grindomstorting
- perforatie van casing
- Indien het reservoir uit geconsolideerd gesteente bestaat behoeven soms geen maatregelen te worden genomen tegen het binnendringen van zand in het boorgat. Een filter constructie is dan overbodig. Voorwaarden zijn dat de produktiezone voor de ingebruikname goed ontwikkeld wordt en dat met zekerheid vast staat dat het reservoirgesteente ook op den duur geen fijne deeltjes loslaat. De techniek is in de olie-industrie zeer gebruikelijk, maar daarbij moet bedacht worden dat de instroomsnelheden in de aardwarmte putten zeer veel hoger zijn dan in een oliebooring, waardoor de kans op zandproduktie toeneemt.

In het bekken van Parijs worden aardwamte putten in de kalksteen van de Dogger met succes op deze wijze tot produktie gebracht. In Nederland, echter, komen geen reservoirs voor die voor deze afwerkingsmethode in aanmerking komen.

- In alle andere gevallen is het gebruikelijk om een filterconstructie aan te brengen, al dan niet gekombineerd met een grindomstorting (gravel pack).

Naast het tegenhouden van zand dient een filterconstructie of geperforeerde casing) ook voor het verzekeren van de stabiliteit van het boorgat. Om deze reden kan een filter in een geconsolideerd maar verbrokkeld reservoirgesteente toch nodig zijn.

- Een volledige discussie m.b.t. de factoren die in aanmerking moeten worden genomen bij het bepalen van de wenselijkheid dan wel de noodzakelijkheid om al dan niet een grindomstorting aan te brengen, valt buiten het kader van dit rapport. Deze discussie was in het verleden wel van belang omdat de techniek van het aanbrengen van een grindomstorting, en vooral wanneer dat op grote diepte moest gebeuren, nog niet ver ontwikkeld was en het risico van mislukking met zich mee bracht. Tegenwoordig is dit risico tot een minimum terug gebracht en is de kans van slagen van een gravel-pack operatie, mits zorgvuldig voorbereid en door een gespecialiseerde firma uitgevoerd, vrijwel 100 procent. De toepassing van een grindomstorting heeft twee voordelen. In de eerste plaats is het boorgat overal ondersteund. In de tweede plaats is de kans dat er onverhoopt toch nog zand geproduceerd wordt zeer gering, mits het ontwerp aan de eisen voldoet.

Het weglaten van de grindomstorting kan gerechtvaardigd zijn:

- . Indien er absolute zekerheid bestaat dat het reservoirgesteente dit toelaat.
 - . Daar waar de bestaande boorgatconstructie geen ruimte laat om een grindomstorting aan te brengen noch de mogelijkheid biedt om die ruimte alsnog te maken, b.v. door onder reaming.
- Perforatie komt uitsluitend in aanmerking voor reservoirtests (zie 3.4.2). Het is denkbaar dat de omstandigheden in een bepaalde situatie geen andere mogelijkheid voor afwerking open laten, maar dit moet als een noodsprong beschouwd worden.

3.4.4 Materialen en constructies

De onderstaande opmerkingen beperken zich niet tot het hergebruik van dry holes maar zijn ook van toepassing op nieuwe produktie- en injectieputten voor de winning van lage-enthalpie aardwarmte.

Verbuizing

Aangezien men bij de toepassing van lage-enthalpie aardwarmte te maken heeft met dezelfde temperaturen en hetzelfde verticale temperatuursverloop (volgens de in Nederland optredende geothermische gradiënt) als die welke optreden bij de winning van olie en gas, kan worden aangenomen, dat de casings en liners die in de olie-industrie gebruikelijk zijn ook voor de winning van aardwarmte geschikt zijn. Bij het inrichten van een nieuwe boring kan in verband met de corrosiviteit van het formatiewater in enkele gevallen een dikker type verbuizing of een hoogwaardiger staalsoort (bij voorbeeld in plaats van een H-40 of K-55 een N-80 of C-95) worden gebruikt. Er kan echter van worden uitgegaan dat de in de olie- of gasboring gebruikte materialen oorspronkelijk de eigenschappen bezaten die voor een aardwarmteput nodig zijn. Of dat, na soms tientallen jaren, nog steeds het geval is, hangt vooral af van de kwaliteit van de cementering van de casing, de corrosiviteit van de omgeving

waarin de boorbuis zich bevindt en de aard van de vloeistof waarmee het verbuisde gat al die jaren was gevuld. Alternatieve materialen als glasfiber en gecoate tubing worden overwogen, maar nog slechts experimenteel gebruikt. Glasfiber heeft de voordelen licht van gewicht te zijn en niet gevoelig te zijn voor corrosie. De nadelen zijn: bij dezelfde binnen-diameter is een grotere boorgatdiameter nodig dan bij stalen casing; geringere sterkte dan stalen casing; langere inbouwtijd dan API casing; glasvezels en lijmresten kunnen de formatie verstoppen (bij injectie) dan wel in de oppervlakte installatie terecht komen. Verder is het lastiger te cementeren, vooral over grote lengte. Bovendien zijn de standaard gereedschappen en materialen voor cementerings-operaties (float shoes, baffels, cementing heads etc.) van API casingdraad en standaard diameters voorzien, welke in fiberglass niet voorkomen. Dit vereist extra aanpassingen. Er bestaan twijfels aan de mogelijkheid binnen de casing te boren, zeker als dat in deviatie gebeuren moet, al zou het bezwaar van de slijtage door de draaiende boorpijpen wellicht gedeeltelijk kunnen worden ondervangen door het gebruik van een turbineboor. Vooralsnog is er niet voldoende ervaring ^{*}) met het materiaal om te kunnen schatten of de hogere kosten van aanschaf en verwerking gecompenseerd worden door de afwezigheid van corrosie en de daardoor geringere behoefte aan schoonmaak (work-over)operaties. Met kunststof beklede tubing is beschikbaar maar zeer duur. Het is niet als casing te gebruiken. Een procédé waarbij reeds geïnstalleerde verbuizing van binnen gecoat wordt is in ontwikkeling. Dit zou met name voor hergebruik van olie- en gasboringen van groot belang kunnen zijn.

Cementering

Door het uitzetten en inkrimpen van stalen casing bij temperatuurswisselingen ontstaan grote krachten. Deze kunnen bij hoge temperaturen de totale destructie van casing en cement tot gevolg hebben. Bij lage-enthalpie toepassingen hoeft hier echter niet voor gevreesd te worden. Het is dan ook niet nodig om een extra voorspanning op de verbuizing aan te brengen bij het afhangen in het gat. Opdat de verbuizing voldoende verankerd en ondersteund is moet zij wel over de gehele lengte gecementeerd zijn.

Filters

De gebruikelijke roestvrij stalen draadgewonden filters met inwendige versterking zijn voor toepassing in de aardwarmte productie zeer geschikt.

^{*}) Het enige voorbeeld in Frankrijk is dat van Villeneuve-la-Garenne waar sedert 1976 een 1800 m diepe boring in gebruik is met glasfiber casing.

Putkoppen

Het is bij de winning van lage-enthalpie aardwarmte niet nodig putkoppen te ontwerpen die met de casing mee kunnen bewegen. Een volledig gecementeerde casing en een flexibele verbinding tussen putkop en oppervlakte installatie is voldoende. De S.P.E.G. ontwerpt de well-heads zelf en laat ze lokaal vervaardigen, wat aanzienlijke besparingen (30 - 60%) oplevert ten opzichte van de putkoppen die door de leveranciers aan de olie-industrie worden aangeboden.

Economische aspecten

Om een economische vergelijking van de verschillende opties mogelijk te maken zijn bij de boorcontractors en toeleveringsbedrijven in het najaar van 1986 prijzen opgevraagd.

In verband met de confidentialiteit van deze gegevens worden de namen van deze bedrijven niet genoemd, noch worden de in werkelijkheid opgegeven bedragen vermeld. Voor de globale ramingen wordt gebruik gemaakt van gemiddelden of schattingen op basis van de ingewonnen informatie. Daarbij is ook, gedeelteme, rekening gehouden met de in dezelfde periode door de Dienst Grondwaterverkenning T.N.O. bij Asten uitgevoerde boring voor geothermisch onderzoek.

In het algemeen worden de prijzen in de genoemde periode als laag beschouwd. Bij het schrijven van dit rapport, enkele maanden later, is het prijsniveau nog verder gedaald. Het is een bekend verschijnsel dat in de boorindustrie de prijzen sterk aan de wetten van vraag en aanbod onderhevig zijn. Om die reden is een vergelijking van absolute geldsbedragen niet nuttig voor enige extrapolatie naar de toekomst. In dit onderzoek wordt er echter van uit gegaan dat, hoewel de prijzen aan sterke fluctuaties onderhevig zijn, de verhoudingsgewijze verschillen tussen de kosten van oude en nieuwe putten konstant blijven. In het onderstaande worden de kosten berekend voor het hergebruik van oude nieuwe produktie- en injectieputten, voor diepten van 900 m, 1500 m en 2500 m respectievelijk en elk met vier verschillende afwerkings methodes.

3.5.1 Basisaannamen

Voor het berekenen van kosten van een standaardontwerp worden enige basisaannamen gedaan (zie ook bijlage 1):

- het reservoir wordt geopend door middel van side tracking in het geval van hergebruik
- diepte: 900 m, 1500 m, 2500 m
- casing diameters:
 - produktieput pompkamer 13³/₈
 - intermediate 9⁵/₈
 - produktie liner 7"
- injectieput casing 9⁵/₈ of 7"
 - liner 7"
- filterlengte 60 m, filterspleet 0,5 mm
- voorkeur voor liner-hanger constructie daar kostenvoordeel optreedt bij besparing van 400 m 7" liner en vanwege grotere diameter

- aangenomen verbruik van boorbeitels: 1 per 200 m boorgat
- brandstof gemiddeld 2000 - 3000 ltr/dag
- duur van de werkzaamheden in verband met rig kosten volgens diepte en volgens soort afwerking
- huurkosten van de BOP stack een halve maand
- de kosten voor het logprogramma zijn niet meegerekend daar deze sterk van geval tot geval zullen variëren
- er is geen rekening gehouden met spoelingsverliezen
- eventuele opbrengst van terug gewonnen verbuizing wordt niet meegerekend
- naar diepte en operatie is met de volgende capaciteiten van de rigs rekening gehouden:
 - 900 m en 1500 m diepte: 100 - 125 ton haaklast
 - 2500 m diepte: 150 - 200 ton haaklast
- er is geen rekening gehouden met kosten van verzekeringen
- kosten van begeleiding en rapportage zijn evenmin in beschouwing genomen.

3.5.2 Kosten van hergebruik en van nieuwe boringen

Op grond van de in bijlage 1 en de vorige paragraaf genoemde aannamen zijn, aan de hand van de "bills of quantities" (bijlage 2) de kosten van produktieputten (tabel 1) en injectieputten (tabel 2) berekend.

Voor de dieptes van 900 m, 1500 m en 2500 m worden de twee scenario's beschouwd die in de inleiding zijn genoemd:

- 1 - de formatie wordt nader op zijn aardwarmte potentieel onderzocht zonder dat het de bedoeling is ter plaatse een doublet in te richten, er is dus slechts een enkele put nodig, of
- 2 - ter plaatse wordt een doublet voor de winning van aardwarmte ingericht, waarbij in principe de oude put als produktie- of injectieput wordt ingericht. Als de oude put niet bruikbaar blijkt te zijn worden beide putten van het doublet nieuw geboord.

Voor de scenario 1 worden de kosten berekend en vergeleken van:

- het boren van een nieuwe put
- het heropenen van een oude put
- het heropenen en weer verlaten van een oude put als deze onbruikbaar zou blijken te zijn, en het dan alsnog boren van een nieuwe put

Voor de scenario 2 worden berekend en vergeleken de kosten van

- het boren van twee nieuwe putten
- het heropenen van een oude put en het boren van een nieuwe put
- het heropenen en weer verlaten van een oude put als deze onbruikbaar zou blijken te zijn, en het dan alsnog boren van twee nieuwe putten

Elk geval is doorgerekend voor vier verschillende afwerkingsmethoden:

- filter met natuurlijke ontwikkeling
- filter met grindomstorting
- open hole afwerking

Per scenario worden de kosten van het hergebruik van een oude put uitgedrukt als percentage van de kosten van het boren van nieuwe putten, zowel in het geval dat het hergebruik succesvol is als in het geval dat hergebruik niet mogelijk is.

Beschouwing van de tabellen 1 en 2 leert het volgende:

De verschillen tussen de kosten van open hole afwerking en van een filter met natuurlijke ontwikkeling zijn gering (zie ook bijlage 1). Constructies met filter met grindomstorting of met geperforeerde casing zijn aanmerkelijk duurder, waarbij het onderlinge verschil 5% tot 10% bedraagt. Hieruit kan geconcludeerd worden dat, ook uit economisch oogpunt, de beide afwerkingsmethodes met filter, indien uitvoerbaar, de voorkeur verdienen.

De verschillen tussen de kosten uitgedrukt in procenten voor de twee groepen afwerkingsmethodes (filter en open hole enerzijds en filter met gravelpack en geperforeerde casing anderzijds) lijken voor dieptes van 900 m en 1500 m significant, maar zijn dat voor 2500 m diepte vermoedelijk niet. Ook bij de inrichting van een doublet nemen de onderlinge verschillen in de kosten, van de afwerkingsmethoden uitgedrukt in procenten af. Dit betekent dat het te behalen voordeel bij hergebruik uitgedrukt in procenten bij putten van grotere diepte en bij het inrichten van een doublet minder afhankelijk is van de afwerkingsmethode. Er bestaat wel verschil in absolute kosten.

Produktieputten zijn kostbaarder dan injectieputten. Dit maakt dat het te behalen voordeel als de oude put als produktieput ingericht kan worden groter is dan wanneer er een injectieput van gemaakt wordt (c.q. moet worden).

Door de noodzaak een grotere boorstelling te gebruiken voor dieptes van 2500 m worden de voordelen die behaald kunnen worden met hergebruik geringer t.o.v. de ondiepere boringen. Dit is mede een gevolg van het feit dat er bij de berekeningen van wordt uitgegaan dat de kick-off op ongeveer 1500 m plaats vindt en er dus 2000 m nieuw geboord moet worden.

Als het de bedoeling is een doublet in te richten (scenario 2) is hergebruik minder aantrekkelijk dan wanneer slechts een enkele testput wordt gemaakt (scenario 1).

Tabel 1

PRODUCTIEPUTTEN
GLOBALE KOSTENVERGELIJKING (khf1)

Diepte Afwerking	900			1500			2500		
	N	O	%	N	O	%	N	O	%
Filter	647	376	58	849	464	55	1473	996	68
Filter + omstorting	795	524	66	1000	616	62	1631	1154	71
Geperforeerde casing	747	476	64	949	564	59	1573	1096	70
Open hole	627	356	57	829	444	54	1453	976	67
	N	O*)+N	%	N	O*)+N	%	N	O*)+N	%
Filter	647	909	140	849	1171	138	1473	1925	131
Filter + omstorting	795	1117	141	1000	1322	132	1631	2083	128
Geperforeerde casing	747	1069	143	949	1371	144	1573	2025	129
Open hole	627	849	135	829	1131	136	1453	1905	131
	N+N	N+O°)	%	N+N	N+O°)	%	N+N	N+O°)	%
Filter	1046	775	74	1400	1015	72	2544	2067	81
Filter + omstorting	1342	1071	80	1702	1318	77	2858	2381	83
Geperforeerde casing	1241	970	78	1595	1210	76	2741	2264	83
Open hole	1004	733	73	1360	975	72	2448	1971	81
	N+N	O*)	%	N+N	O*)	%	N+N	O*)	%
		+N+N			+N+N			+N+N	
Filter	1046	1268	121	1400	1722	123	2544	2996	118
Filter + omstorting	1342	1664	124	1702	2024	119	2858	3310	116
Geperforeerde casing	1241	1563	126	1595	1917	120	2741	3193	116
Open hole	1004	1226	122	1360	1662	122	2448	2900	118

N+N = injectie- + productieput, beide nieuw

prijspeil najaar 1986

N = nieuw geboorde put

O = oude put, die na verlating opnieuw geopend wordt

*) = de oude put is geopend maar kan niet in gebruik genomen worden

°) = de oude put is afgewerkt als productieput

Tabel 2

INJECTIE PUTTEN
GLOBALE KOSTENVERGELIJKING (khfl)

Diepte Afwerking	900			1500			2500		
	N	O	%	N	O	%	N	O	%
Filter	495	347	70	647	435	67	1286	967	75
Filter + omstorting	643	495	77	798	587	74	1442	1125	78
Geperforeerde casing	590	447	76	742	535	72	1383	1067	77
Open hole	473	327	69	627	415	69	1210	947	78
	N	O*)+N	%	N	O*)+N	%	N	O*)+N	%
Filter	495	717	145	647	969	150	1286	1738	135
Filter + omstorting	643	965	150	798	1120	140	1442	1894	131
Geperforeerde casing	590	912	155	742	1064	143	1383	1835	133
Open hole	473	695	147	627	929	148	1210	1662	137
	N+N	N+O°)	%	N+N	N+O°)	%	N+N	N+O°)	%
Filter	1046	898	86	1400	1188	85	2544	2225	87
Filter + omstorting	1342	1194	89	1702	1491	88	2858	2541	89
Geperforeerde casing	1241	1098	88	1595	1388	87	2741	2425	88
Open hole	1004	858	85	1360	1148	84	2448	2185	89
	N+N	O*)	%	N+N	O*)	%	N+N	O*)	%
		+N+N			+N+N			+N+N	
Filter	1046	1268	121	1400	1722	123	2544	2996	118
Filter + omstorting	1342	1664	124	1702	2024	119	2858	3310	116
Geperforeerde casing	1241	1563	126	1595	1917	120	2741	3193	116
Open hole	1004	1226	122	1360	1662	122	2448	2900	118

N+N = injectie- + productieput, beide nieuw

Prijsspeil najaar 1986

N = nieuw geboorde put

O = oude put, die na verlating opnieuw geopend wordt

*) = de oude put is geopend maar kan niet in gebruik genomen worden

°) = de oude put is afgewerkt als injectieput

3.6

Risico's

Bij het hergebruik van verlaten putten spelen enkele onzekere factoren een rol die als risico's beschouwd kunnen worden, naast de geologische en technische risico's die inherent zijn aan elke diepe boring.

Deze onzekere factoren zijn:

- de staat waarin de verbuizing verkeert
- de mate waarin het reservoir tijdens of na de eerste booroperatie is beschadigd door indringing van mud of cementfiltratie.

Naarmate de beschikbare gegevens en documentatie beter en vollediger zijn, vermindert de onzekerheid t.a.v. beide punten weliswaar, maar er is geen andere manier om de invloed van de sedert het verlaten verstreken jaren werkelijk te kunnen vaststellen dan door het gat opnieuw daadwerkelijk te openen en een aantal logs op te nemen en test uit te voeren. Indien in dat stadium blijkt dat de staat waarin de verbuizing verkeert geen verdere exploratie als aardwarmte-put toestaat, moeten de tot dan toe gemaakte kosten als verloren worden beschouwd en moeten nog enige uitgaven worden gedaan om het gat weer te verlaten.

Om de zekerheid te verkrijgen over de staat waarin de verbuizing verkeert moet eerst het volgende ondernomen worden:

- de putmond moet worden gelocaliseerd en de positie van de top van de oude verbuizing (afgewerkt onder maaiveld) moet worden bepaald
- een kleine bronbemaling moet worden geïnstalleerd
- ontgraving van de werkput
- verwijderen van de afdekplaat en het installeren van een nieuwe casinghead op de afgesneden verbuizing

- inrichten van de lokatie (wegen, bruggen, dammen, aanleg waterleiding, egalisatie en verharding van het terrein, t.w. 60 x 40 m voor grote rig)
- bouw van de kelder
- kosten voor halve mobilisatie of voor site to site en voor het opstellen van de rig worden gemaakt
- huur en installatie van de BOP stack
- aanmaken van boorspoeling
- verboren van cement proppen en bridge plugs (tot 1500 m diepte gemiddeld 5 dagen, indien geen schroot, gescheurde verbuizing of dergelijke aanwezig is)
- uitvoeren van een log programma
- druk proef om de verbuizing te testen.

In het geval dat op grond van de negatieve uitslagen van logs en druk test besloten wordt de boring niet te gebruiken moeten nog de volgende kosten worden gemaakt:

- casing terug pluggen
- casing top onder maaiveld afwerken

Indien nu besloten wordt de lokatie definitief te verlaten moeten ook nog de volgende kosten worden gemaakt:

- rig verplaatsen
- lokatie in oude staat terug brengen
- aanvoerwegen, bruggen, dammen, waterleiding afbreken
- cuttings en oude spoeling verwerken.

Als, nu de oude boring niet gebruikt kan worden, besloten wordt twee nieuwe putten vanaf dezelfde lokatie te boren hoeven de kosten i.v.m. de aan- en afvoer van de rig en het inrichten en weer opruimen van de boorplaats niet als risico bij het openen van de oude boring meegerekend te worden.

Het risico dat het reservoir beschadigd is bij de eerste booroperatie of in de periode daarna, door invasie van boorvloei-stof of cement, kan verminderd worden door een afwerkingsmethode te kiezen die, in combinatie met het gebruik van speciale boorvloei-stof, een schone boorgatwand oplevert. Hiervoor komt vooral side-tracking in aanmerking, hetgeen een vers boorgat oplevert op een vooraf gekozen afstand van het oude boorgat. Van deze techniek is bij de berekening van de tabellen 1 en 2 dan ook uit gegaan.

Het alleen maar frezen van een venster in de verbuizing en het ruimen van het boorgat verwijdert slechts enkele centimeters van de oude boorgatwand. Dit kan voldoende zijn, maar zekerheid omtrent de dikte van de invasie-zone bestaat i.h.a. niet zodat er een risico blijft bestaan dat er stijghoogte achteraf moeilijk zijn te repareren.

Tenslotte houdt het uitsluitend perforeren van een oude verbuizing als ontsluitingsmethode een groot risico in en kan dan ook alleen gerechtvaardigd worden voor het uitvoeren van tests om de reservoir eigenschappen te onderzoeken. Voor definitieve produktie- of injectieputten komt de methode niet in aanmerking. In de berekeningen is zij uitsluitend ter vergelijking opgenomen.

In de rijen 2 en 4 van de tabellen 1 en 2 zijn de verschillende boorkosten berekend en vergeleken in die gevallen dat de oude put onbruikbaar blijkt te zijn na opening, teruggeplugd moet worden en er alsnog een of twee nieuwe boringen gemaakt moeten worden.

Bij enkelvoudige putten variëren de extra kosten van ongeveer 40% tot 30% van de nieuwbouw kosten voor produktieputten en van ruim 50% tot ruim 30% bij injectieputten. Voor doubletten zijn deze bedragen ruim 20% tot 17% in beide gevallen.

3.7

Hergebruik in de vier onderzochte deelgebieden

Voor het verkrijgen van inzicht in toegepaste technieken bij het boren en verlaten van putten zijn door de Rijks Geologische Dienst per geselecteerd gebied van twee putten, met inacht-neming van de confidentialiteit, de beschikbare gegevens voor wat betreft de putafwerking en de speciaal voor het betreffende reservoirtraject relevante boor-technische informatie aan DGV/TNO aangereikt (zie paragraaf 2.2.6, 2.3.5, 2.4.5 en 2.5.6). Echter, het is niet mogelijk gebleken op grond van deze informatie gedegen technische- en economische analyses uit te voeren.

De analyse resultaten zijn daarom beperkt tot het navolgende:

3.7.1 Deelgebied 1, Noord-Holland

Put 1

Reservoirgesteente op 200 m. Casingschema in Figuur 2.8.

De boring is vermoedelijk in zoutwaterspoeling met een lage pH verlaten, waardoor verwacht wordt dat de casing niet in goede staat verkeert. De staalsoort is niet nader gespecificeerd, vermoedelijk J 55, 40 lbs/ft.

Het feit dat slechts 100 m van de 400 m los in het gat staande 9⁵/₈ casing is terug gewonnen doet vermoeden dat de booronderneming zelf reeds twijfelde aan de uitvoerbaarheid van het terugwinnen van een grotere lengte casing. Dit betekent dat de boring als injectieput ingericht zou moeten worden. De onzekerheid met betrekking de 9⁵/₈ casing blijft een risico.

Werkzaamheden:

- cement tot 100 m uitboren
- op 9⁵/₈ met overshot een tie-back liner installeren
- cement uitboren tot 1530 m
- casing testen
- plug testen, 50 t.
- deviëren
- afwerken als injectieput

Put 2

Reservoirgesteente op 2000 m. Casingschema in Figuur 2.8.

Ook hier moet vanwege de zoute spoeling en de lage pH aan de toestand van de casing worden getwijfeld. Staalsoort niet gespecificeerd.

De 9⁵/₈ casing is vanaf 750 m terug gewonnen. Volgens de beschikbare informatie is de 13³/₈ casing over de laatste 200 m niet gecementeerd (dit zou echter in strijd zijn met de Mijnwet). Als de 9⁵/₈ casing is afgeschoten, wat waarschijnlijk is, moet gevreesd worden dat ook de 13³/₈ daarbij schade heeft opgelopen.

Werkzaamheden:

- cement uitboren tot 1250 m
- casing testen
- casingshoe plug uitboren
- deviëren op plug op 1500 m
- afwerken als produktieput

3.7.2 Deelgebied 2, Zuid Holland, Rotterdam

Put 1

Reservoirgesteente op 1400 m. Casingschema in Figuur 2.16.

Hier lijken de 7" en 9⁵/₈ casings weinig gecementeerd te zijn. De 7" casing laat slechts afwerking als injectieput to. In de 9⁵/₈, en dus wellicht ook in de 13³/₈ casing zijn bij het aanbrengen van de topplug gaten geschoten, hetgeen een risico inhoudt. De put moet, zonder nadere informatie als onbruikbaar worden beschouwd.

Put 2

Reservoirgesteente op 1300 m. Casingschema in figuur 2.17.

De 9⁵/₈ casing is niet volledig gecementeerd en op 100 m geperforeerd. Ook deze put is onbruikbaar.

3.7.3 Deelgebied 3, Zuid Holland, Rijswijk

Put 1

Reservoirgesteente op 1600 m. Casingschema in Figuur 2.19. Blijkens de beschrijving is de put vermoedelijk bij het terugwinnen van de 7" casing ernstig beschadigd. Zo kwam de 9⁵/₈" casing mee los bij het trekken en bleek de 13³/₈" achterloops te zijn na het snijden van de 9⁵/₈" op 117 m. Volgens het casingschema staat de rest van de 7" casing vanaf 1000 m naar boven toe los in het gat. De 5" liner op 1200 m en de daar aanwezige perforaties kunnen onoverkomelijke problemen opleveren. Remedial squeeze wordt hier, zoals in alle gevallen, een voor dit doel te dure techniek geacht die te weinig kans op positieve resultaten biedt. De conclusie moet zijn dat deze put onbruikbaar is.

Put 2

Reservoirgesteente op 1750 m. Casingschema in Figuur 2.20. Volgens het casingschema zou de 9⁵/₈" casing tussen 500 m en 70 m niet gecementeerd zijn. Als deze niet vanaf 450 m teruggewonnen kan worden zou dit voor een dan te construeren injectieput een bezwaar kunnen zijn.

Werkzaamheden:

- cement uitboren tot 1300 m
- 9⁵/₈" casing terug winnen vanaf 450 m
- casing loggen en testen

3.7.4 Deelgebied 4, oostelijk midden-Friesland

Put 1

Reservoirgesteente op 2400 m. Casingschema in Figuur 2.24. De documentatie van deze put roept vragen op. De 9⁵/₈" casing zou vanaf 1500 m helemaal niet gecementeerd zijn. Dit lijkt onwaarschijnlijk, o.a. vanwege de Mijnwet, maar indien dit werkelijk zo is maakt het de put onbruikbaar voor hergebruik. Als hier aangenomen wordt dat de casing wél gecementeerd is b.v. tot boven de casingshoe van de 13³/₈", dan zou de put tot injectieput kunnen worden omgebouwd of tot produktieput als een gedeelte van de 9⁵/₈" teruggewonnen kan worden.

Put 2

Reservoirgesteente op 2600 m. Casingschema in Figuur 2.25. De 9⁵/₈" casing is volgens het casingschema boven de 922 m niet gecementeerd. Deze dient over een zo lang mogelijk traject teruggewonnen te worden omdat dit losse eind bezwaren kan opleveren, zowel in het geval van een produktieput als van een injectieput.

Werkzaamheden:

- cementplug en bridgeplug uitboren
- zo veel mogelijk 9⁵/₈" casing terugwinnen
- casing loggen en testen
- casingshoe plug (gedeeltelijk) uitboren
- deviëren onder de casingshoe, zo mogelijk op overgebleven cement plug
- afwerken als injectie- of produktieput

4.

JURIDISCHE ASPECTEN

Winning van delfstoffen in het algemeen is in Nederland onderworpen aan regels en voorschriften die zijn vastgelegd in de Mijnwet 1810 (Loi concernant les Mines, les Minières et les Carrières. Du 21 Avril 1810, Bulletin des Lois No. 285) en in de Mijnwet 1903 (Wet van den 27 april 1904, S.73, houdende nadere bepalingen betreffende de mijnontginning).

Voor het offshore deel van Nederland geldt voorts de Mijnwet continentaal plat van 25 september 1965.

Winning van delfstoffen kan slechts plaatsvinden indien de Kroon een concessie tot winning heeft verleend.

Een concessie wordt verleend voor de winning van een enkele, duidelijk omschreven delfstof. De concessionaris van een gebied waarin vergunning is verleend voor winning van bijvoorbeeld zout, mag de eventueel in het gebied aangetroffen of aanwezige koolwaterstoffen niet exploiteren, zonder een nieuwe concessie te hebben verkregen.

De concessiehouder wordt, onder bepaalde voorwaarden, eigenaar van de delfstof (bijv. gas) maar niet van het gesteente waarin de delfstof zich bevindt (i.c. het zandsteenreservoir) of de bovengrond.

Voor het opsporen van delfstoffen middels seismisch onderzoek, dan wel met behulp van (electro-)magnetische metingen kan de Minister nauwkeurig omschreven gebieden tot prioriteitsgebieden verklaren, waaraan de houder zekere rechten bij het verlenen van een boorvergunning kan ontleen (Staatscrt. no. 224, 1982). Voor het (doen) plaatsen van een boring is een boorvergunning vereist. Voor het verkrijgen hiervan is toestemming nodig van de minister van Economische Zaken ingevolge de Wet Opsporing Delfstoffen, 3 mei 1967.

De boorvergunning geeft de vergunninghouder enerzijds exclusieve rechten voor opsporing, maar verplicht hem anderzijds om binnen een termijn van drie jaar een exploratieboring te plaatsen.

Indien de gezochte delfstof in economisch winbare hoeveelheden aangetroffen wordt zal een concessie aangevraagd worden.

Het eigendomsrecht van de tijdens de exploratie en eventuele exploitatie van een gebied geplaatste boringen is van belang voor het onderhavige onderzoek.

Tijdens het boren en na voltooiing van een boring is de operator (de maatschappij onder wiens beheer de boring wordt uitgevoerd) verantwoordelijk voor de put en alle schade die bij eventuele calamiteiten aan het milieu en de (bebouwde) omgeving wordt toegebracht.

Indien een boring binnen een boorvergunnings- of concessiegebied niet tot het gewenste resultaat, i.c. economisch winbare hoeveelheden van de gezocht delfstof, leidt al de maatschappij in de meeste gevallen de afpluggen en "abandoneren" (verlaten). Het afpluggen van de put bestaat meestal uit het plaatsen van cementpluggen in de boorbuis volgens de voorschriften van het Staatstoezicht op de Mijnen. Vervolgens wordt de put gedurende een jaar geobserveerd. Indien in die periode geen lekkages, verzakking, indringing, o.i.d. in of rond de put zijn opgetreden, mag de put worden verlaten.

Meestal wordt het bovenste deel van de casing afgesneden en wordt er een stalen plaat op de putmond gelast; de kelder wordt

deels verwijderd en het terrein wordt in de oorspronkelijke staat teruggebracht.

Vanaf dit moment is de eigenaar van het terrein de feitelijke eigenaar van de put.

Buiten concessiegebieden kan, met inachtneming van de regels van het Staatstoezicht op de Mijnen en de voorschriften vastgelegd in de Mijnwet, een dergelijke put heropend worden voor winning van, dan wel onderzoek naar andere delfstoffen of zelfs naar de delfstof waarvoor hij oorspronkelijk geboord was.

Binnen concessiegebieden kan een verlaten put allen benut worden voor winning van, dan wel onderzoek naar delfstoffen waarvoor nog geen concessie is verleend, met dien verstande dat geen schade mag worden berokkend aan de concessionaris en de delfstoffenwinning waarvoor hij de concessie bezit.

De "delfstof" waar in dit onderzoek naar wordt gerefereerd, warm water, wordt in de eerder vermelde Mijnwetten niet als zodanig genoemd. Splitsing in twee componenten: (aard-)warmte en water leidt tot het volgende:

- warmte is geen tastbare delfstof en winning ervan is m.b.v. de huidige wetgeving niet gereguleerd of te reguleren.
- water valt onder de wetgeving aangaande (drink-) watervoorziening. Aangezien de winning van aardwarmte middels warm water op relatief grote diepte plaatsvindt en in de meeste gevallen (ver) onder het zoet-brak water grensvlak, zal de wetgever in deze geen beperkende voorwaarden opleggen.

Het gegeven dat er geen sprake is van winning in de letterlijke zin van het woord (het water wordt immers na onttrekking van de warmte weer ge-injecteerd in de formatie van herkomst) zou echter wel eens tot een uitvoerig juridisch steekspel kunnen leiden.

Aangenomen mag worden dat de wetgever t.z.t. met aanvullende wetgeving in deze zal komen, indien recuperatie-projecten en diepe winning van aardwarmte op gang zullen komen.

Tot dat moment lijkt het zinvol het bedrijfsleven en zeker de eventuele subsidie verstrekkende instanties te wijzen op het belang van een goede begeleiding bij projecten voor winning van aardwarmte e.d. door overheidsinstanties als het Staatstoezicht op de Mijnen en de Rijks Geologische Dienst gezien hun ervaring op het vaak zeer gecompliceerde gebied van winning van zout en koolwaterstoffen.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit de nadere geologische- en geohydrologische karakterisering van de reservoirs (hoofdstuk 2) komen enkele punten duidelijk naar voren.

Lithologisch gezien kan in één deelgebied (Noord-Holland) het beschouwde reservoir (de Slochteren Zandsteen) als een in verticale zin continu (zandsteen)pakket worden opgevat. In de overige deelgebieden bestaat het reservoir uit een verticale successie van zandsteen- en kleisteen/siltsteenlagen. Tevens zijn in de zandsteenlagen meer kleiïge (tot kleisteen-) niveaus ingeschakeld. Wat betreft de lithologische en hydraulische karakteristieken van deze pakket-opbouw (lithostratigrafie) bestaat in de Slochteren Zandsteen van deelgebied- 4 (midden-Friesland) een voor het gehele deelgebied globaal geldend beeld (paragraaf 2.5). Echter, voor de beschouwde Onder-Trias en Onder-Krijt reservoirs in SW-Nederland (deelgebied 2 en 3) vertonen deze karakteristieken over het verbreidingsgebied van de reservoirs grote variatie. Naast deze horizontale variatie geldt voor alle beschouwde reservoirs dat hydraulische eigenschappen in verticale richting variëren, zowel op de schaal van lithostratigrafische eenheden (tientallen meters) als op die van dunnere intervallen.

In alle deelgebieden vertonen de reservoirs in de beschouwde putten variatie in de dikte. Deze aangetroffen dikteverschillen zijn gedeeltelijk toe te schrijven aan afsnijdingen of verdubbelingen ten gevolge van breukcontacten; echter, met name de Onder-Trias en Onder-Krijt zandstenen vertonen sterk paleogeografisch bepaalde diktevariaties.

In alle deelgebieden wordt de horizontale continuïteit van de zandsteenreservoirs deels en veelal geheel verstoord door de aanwezigheid van een breuksysteem. De spatiëring van breuken ligt in de orde van grootte van kilometers. Alleen in deelgebied- 4 is het verzet langs breuken in het algemeen dermate gering dat contact tussen het reservoirgesteente aan weerszijden van een breuk veelal nog bestaat. In de overige deelgebieden moeten de zandsteenreservoirs grotendeels worden opgevat als een samenstelsel van geïsoleerde deelreservoirs van variërende omvang.

In alle deelgebieden variëren de diepten waarop het beschouwde reservoir zich bevindt ten gevolge van post- sedimentaire tectoniek. In alle gevallen is de eerder genoemde breuktectoniek oorzaak van soms zeer aanzienlijke diepteverschillen (tot vele honderden meters) tussen reservoirgedeelten aan weerszijden van het breukvlak. Bovendien variëren de diepten van de reservoirs over hun verbreidingsgebied in vaak belangrijke mate ten gevolge van grootschalige, epirogene korstbewegingen in het geologische verleden.

Het verdient aanbeveling op grond van de in dit rapport aangegeven gegevens over de lithostratigrafische- en hydraulische karakteristieken het geothermisch potentiëel van de verschillende reservoirs in de beschouwde deelgebieden nader te bepalen. Op grond daarvan is dan aan te geven of, en zo ja waar winning van aardwarmte in deze gebieden haalbaar is.

Verder zal, gezien de hierboven samengevat weergegeven variatie van genoemde reservoir karakteristieken en de structurele complexiteit van de korst in de diepe ondergrond, ten behoeve van de toekomstige selectie van locaties voor winning van aardwarmte degelijk geologisch detailonderzoek steeds van het grootste belang zijn.

Uit het onderzoek van de technische en economische aspecten van hergebruik van "dry holes" (hoofdstuk 3) kan het volgende worden geconcludeerd:

De technieken die nodig zijn om een verlaten put opnieuw te openen worden in de olie industrie routinematig toegepast. Deze en de benodigde technieken om de heropende put vervolgens in te richten als produktie- of injectieput voor de exploitatie van aardwarmte zijn in Nederland allerwege beschikbaar. Sommige van deze technieken zijn evenwel zeer kostbaar, hetgeen hun toepasbaarheid in operaties die op hergebruik zijn gericht momenteel beperkt, ten eerste omdat, als dure methoden worden toegepast, de kosten van het opnieuw in gebruik nemen van een oude put hoger worden die van het boren van een nieuwe put, en ten tweede vanwege de huidige marginale economische situatie van de aardwarmte exploitatie in het algemeen.

De globale vergelijking van kosten van hergebruik in een aantal theoretische gevallen met de kosten van een nieuwe put (of putten) levert het volgende op:

voor één put:

produktieput: besparing 30% tot 40% van de waarde van een nieuwe put

injectieput : besparing 20% tot 30%

voor twee putten (doublet):

produktieput: (de oude put wordt tot produktieput omgebouwd en de injectieput wordt nieuw geboord) besparing 17% tot 27% van de waarde van een nieuw doublet.

injectieput : besparing 10% tot 15%

De percentages van de besparingen hangen voornamelijk af van de diepte en, voor de putten tot 1500 m, enigszins van de gekozen afwerkingsmethode.

Na het heropenen van een put bestaat de kans dat deze niet bruikbaar blijkt te zijn voor de beoogde doeleinden, bijvoorbeeld wanneer de casing in een slechte staat verkeert of de constructie niet aan de eisen voldoet.

In dat geval moet ter vervanging een nieuwe put worden geboord. De totale kosten, uitgedrukt als percentage van de kosten van één nieuwe put, respectievelijk twee nieuwe putten bedragen:

voor één put:

produktieput: 130% tot 145%

injectieput : 130% tot 155%

voor twee putten:

in beide gevallen: 115% tot 125%

Uit elk van vier deelgebieden zijn twee boringen geselecteerd en bij wijze van voorbeeld nader onderzocht op hun potentieel voor hergebruik. Drie boringen moeten onbruikbaar worden geacht, over één boring bestaat, mede in verband met de schaarse gegevens, enige onzekerheid en van vier boringen worden aangenomen dat ze bruikbaar zouden kunnen zijn.

Uit de informatie van de acht geslecteerde putten blijkt dat er een grote variëteit van technische situaties bestaat en dat de manieren waarop de putten zijn verlaten en de condities waarin deze zich nu mogelijk bevinden sterk kunnen verschillen.

Echter, bij gebrek aan voldoende gegevens is in deze studie afgezien van kostenberekeningen van hergebruik van deze putten. Tevens is het voor de algemene praktijk van hergebruik van oude putten in Nederland op dit moment niet verantwoord meer dan zeer globale uitspraken en veronderstellingen te doen over de technische en economische aspecten ervan.

Het verdient dan ook aanbeveling om thans, na deze eerste benadering van de problemen met betrekking tot hergebruik, in een aantal concrete gevallen de technische- en economische merites van hergebruik te bestuderen, alsmede de risico's daarvan te evalueren.

Bij voortgezet onderzoek kan worden uitgegaan van de aanname dat hergebruik van een verlaten put zal plaatsvinden op een wijze waarbij de oude boorschacht (verbuizing/casing) tot aan een zeker punt (het "kick-off point") zal worden benut. Vanuit dit punt zal een nieuw gat dienen te worden geboord ("side-tracking"). Informatie over het te benutten gedeelte van de oude put voor wat betreft de casing is een belangrijk vereiste voor iedere poging tot recuperatie van een verlaten put. Ook algemene gegevens uit weekboorrapporten zijn hierbij noodzakelijke informatie, gezien het beeld dat hieruit kan worden gevormd aangaande eventuele beschadigingen aan de casing en het boorgat en de wijze waarop het boorgat is achtergelaten.

Bij hergebruik van oude verlaten, putten zijn aanzienlijke kosten gemoeid met het opsporen en toegankelijk maken van de put en het uitboren van de cementpluggen. Deze kosten worden al gemaakt voordat bekend is of de put bruikbaar zal zijn. Dit risico en deze kosten kunnen worden vermeden door in overleg met de olie-maatschappijen "dry holes", nog voordat ze worden verlaten, over te nemen ("infarmen") om ze voor aardwarmte exploitatie in te richten. De kosten van de verlatingsprocedure die zo worden bespaard, kunnen dan worden verdisconteerd met de overnamekosten. Naast geologische- en geohydrologische overwegingen zouden een goede marktanalyse en een flexibele budgetaire situatie tot een aantal voorkeurslocaties moeten leiden en een adequaat reageren bij beginnende booractiviteiten op deze locaties.

Aangezien met betrekking tot het onderzoek van de technische- en economische aspecten van hergebruik van verlaten putten de confidentialiteit van de gegevens op sommige momenten heeft geleid tot beperktheid van de noodzakelijk geachte (achtergrond-)informatie, dient het te worden overwogen om voortgaand onderzoek anders te structureren.

Enerzijds kan worden besloten tot het verwerven van de complete putinformatie bij de betreffende olie-maatschappijen, waarmee dan vrijelijk kan worden gewerkt door de DGV/TNO.

Anderzijds kan worden gedacht aan onderzoek door de RGD en het SodM, waardoor de confidentialiteit naar de maatschappijen is gewaarborgd en toch de meest optimale verlaten putten kunnen worden doorgerekend.

LITERATUUR

- Bodenhausen, J.W.A, and W.F. Ott, 1981. Habitat of the Rijswijk Oil Province, Onshore, The Netherlands. Petroleum Geology of the Continental Shelf of NW Europe, p. 301-309. Institute of Petroleum, London.
- Clamens, H. (1981). L'utilisation secondaire des puits secs. L'hydrocarbure, no. 174.
- Cousteau, H., Clamens, H., Combe, M. Leman, M. (1985). Récupération des forages pétroliers: Saint-Paul-Les-Dax et Miosle-Teich. JIGA 85, pp 153-162.
- Dufour, F.C., Vierhout, R.M., (1983). Voorbereiding evaluatieboring aardwarmte demonstratieproject Delfland. TNO-DGV, rapport nr. OS 83-29.
- Ferrandes, R., Fouillac, C. (1985). La géothermie, une jeune industrie en pleine évolution technologique. JIGA 85, pp 191-197.
- Glennie, K.W., 1984. Introduction to the petroleum geology of the North Sea. Blackwell Sc. Publ., Oxford.
- Géoservices Hydrologie S.A. (1983). Analyse des conditions de forage et de complétion géothermiques. Commission des Communautés européennes, Directions générale Science, Recherche et Développement, EUR 8247 FR.
- Haak, A.M., Heederik, J.P., Vierhout, R.M. (1985). Vooronderzoek geothermisch proefproject Asten (concept). TNO-DGV, rapport nr. OS 85-36.
- Haenel, R., 1979. Atlas of subsurface temperatures in the European community. Ed. EEC Brussels/Luxemburg, Schäfer Druckerei, Hannover.
- Heederik, J.P., Muis, H., Wilting, R., (1986). Potentieel Asten-achtige aardwarmte projecten. TNO-DGV en Energie Anders, Delft.
- Heybroek, P., 1974. Explanation to tectonic maps of the Netherlands. Geologie en Mijnbouw 53(2): 43-50.
- Lith, J.G.J. van, 1983. Gasfields of Bergen Concession, The Netherlands Geol. en Mijnbouw, 1983 (62): 63-74.
- RGD, 1982. Inventarisatie van de Onder-Trias Groep in Nederland ten behoeve van de winning van aardwarmte. Rijks Geologische Dienst, rapport nr. 82DS21.
- RGD, 1983a. Inventarisatie van de Boven-Rotliegend groep (Slochteren Zandsteen formatie) in Nederland ten behoeve van winning van aardwarmte. Rijks Geologische Dienst, rapport nr. 83DS05 EX.

- RGD, 1983b. Inventarisatie van de Rijnland Groep (Vlieland Formatie) in Nederland ten behoeve van de winning van aardwarmte. Rijks Geologische Dienst, rapport nr. 83KA11 EX.
- RGD, 1984. Inventarisatie van de paleozoïsche kalksteen (Dinantien) en de Chalk Groep (Krijt) in Nederland ten behoeve van de winning van aardwarmte; warmtedoorvoer- en temperatuurkaarten; aanwezige- en winbare hoeveelheid aardwarmte. Rijks Geologische Dienst, rapport nr. 84KAR16 EX.
- Wijhe, D.H. van, M. Lutz en J.P. Kaasschieter, 1980. The Rotliegend in het Netherlands and its gas accumulation. Geol. en Mijnbouw (59): 3-24.
- Ziegler, P.A., 1982. Geological Atlas of Western and Central Europe. Shell Int. Petrol. Mij. B.V.

Bijlage 1

UITGANGSPUNTEN BIJ KOSTENBEREKENINGEN

UITGANGSPUNTEN BIJ KOSTENBEREKENINGEN

Alle prijzen zijn uitgewerkt met als basis de win- of injectieput met filter en natuurlijke omstorting.

Putten met aangebrachte grindomstorting:

Wanneer de 8½"ø beitel einddiepte bereikt heeft, wordt de boorstring uit het gat getrokken en wordt bij putten met natuurlijke omstorting begonnen met filterinbouw.

Voor putten met aangebrachte grindomstorting echter vinden de volgende extra werkzaamheden plaats:

- Alle waterbase bentonietspoeling à ± \$ 3,-/bbl wordt vervangen door waterbase (bio) degradable polymerspoeling à ± \$ 10,-/bbl.
- Inbouw underreamer tot bovenkant aquifer.
- Underreamen over interval van minimaal 65 mtr. (zelfde kosten elke einddiepte).
- Uitbouw van boorstring met underreamer.
- Caliperlog (deze prijs werd nergens meegerekend, ook geen downtime v.d. toren).
- Tijd voor inbouw van filter is dezelfde als voor put met natuurlijke omstorting.
- Gravelpacking operatie; hiervoor is 24 uur tijd voor toren gerekend, terwijl deze operatie, onafhankelijk van de diepte, ± f 67.500,- kost.

Putten met geperforeerde casing:

Wanneer einddiepte is bereikt, wordt, na enige tijd schooncirculeren, de boorstring getrokken en wordt een 7" verbuizing string tot einddiepte ingebouwd en geheel gecementeerd. Het prijsverschil tussen 60 mtr 7" filter en 7" gecementeerde verbuizing is zo miniem (± f 6.000,-) dat daar geen rekening mee wordt gehouden.

Na "wait on cement time" wordt een T.C.P.-Tubing Conveyed Peforating-string, ingebouwd, gezet, afgeschoten en weer uitgebouwd.

Ongeacht de benodigde tijd van de toren om de tubingstring in en uit te bouwen, worden de gemiddelde kosten van een schot over een interval van 60 meter gerekend op ± f 95.000,-.

Open hole completion

Ofschoon verwacht zou mogen worden dat een open hole completion aanmerkelijk goedkoper zou kunnen zijn dan een put met filter en natuurlijke omstorting, blijkt het verschil bij nadere beschouwing meestal zeer gering te zijn, indien diepte en dikte van het reservoir niet of slecht bekend zijn, zodat eerst tot einddiepte geboord moet worden. Ter vergelijking de rig operations naast elkaar:

8½"φ beitel heeft einddiepte bereikt en gat is schoongecirculeerd;

Filter (natural)	Open hole
- Trip uit boorgat	- Spot high viscosity mud in aquifer interval
- Inbouw filter- en verbuizing-string	- Roundtrip, open end drillpipe down
- Evt. cementering van verbuizing	- Plaats cementplug boven aquifer
- Evt. "wait on cement" (± 6 u)	- Roundtrip met/zonder "wait on cement"
- Trip down	- Top cementplug wegboren en test cementplug
- Evt. cement uitboren en spoeling vervangen door schoon water	- Trip out
- Trip out	- Verbuizing inbouwen
	- Verbuizing cementeren
	- Trip down
	- Cement en -plug uitboren
	- Spoeling vervangen door schoon water
	- Trip out

Wanneer echter van tevoren al bekend is op welke diepte de top van de aquifer zal worden aangetroffen, en ook de dikte van de aquifer bekend is, is een open hole completion natuurlijk wel goedkoper dan completion met filter.

Invloed van einddiepte

Voor putdieptes 900 - 1500 mtr.

Kleine toren die bij roundtrip "doubles" (18 mtr lengte) opzij zet.

Handeltijd per boorstangstand à 18 m : 5 minuten

Handeltijd per casingjoint (Gem. 10 m; filters 6 m)

13 3/8" - 15 min

9 5/8" - 10 min

7" - 5 min

Gemiddelde boorsnelheid, ongeacht de diameter: 25 m/uur.

Enige vast kosten:

- Mobilizatie - demobilizatie	± f 80.000,-
- Inrichting boorplaats	± f 50.000,-
- Rig moving tussen boorgaten	± f 35.000,-
- Toren	± f 10.000,-/dag
- Brandstof ± 2500 ltr/dag	

Voor putdieptes tot 2500 mtr

Grotere toren die bij roundtrip "triples" (27 m lengte) opzij zet.

Handeltijd per boorstangstand à 27 m: 5 min.

" per casingjoint (gem. 13 m; filters 6 m)

13 3/8" - 15 min

9 5/8" - 10 min

7" - 5 min

Gemiddelde boorsnelheid, ongeacht de diameter; 25 m/uur.

Enige vaste kosten:

- Mobilizatie - demobilizatie	± f 430.000,-
- Inrichting boorplaats	± f 175.000,-
- Rig moving tussen boorgaten	± f 170.000,-
- Toren	± f 17.000,-/dag
- Brandstof ± 3500 ltr/dag	

Overige uitgangspunten

- Per 200 mtr boorgat wordt 1 beitel gerekend.
- Bij verbuizing wordt elke 20 mtr één centralizer gerekend.
- Cementering wordt steeds over de volle lengte van de casingstring gerekend met cement class 'G', SG, 1.85, zonder additives, zonder extra volume, zonder loss of circulation en zonder pre wash.
- Spoelingvolume; alleen netto boorgatvolume, dus geen mudtanks en geen loss of circulation.
- Casing: 18 5/8", K-55, 87,5 lbs/ft
13 3/8", C-95 of P-110, 54,5 lbs/ft

9 5/8", C-95 of P-110, 43,5 lbs/ft

7" , C-95 of P-110, 26 lbs/ft

7" filter, Johnson type, 0,5 mm slot, SS 304, 2000 psi
collapse resistance

7" tailpipe (zandvang) 6 mtr lang, SS 304, 4000 psi.

- Bij de kostenberekeningen voor nieuwe boringen is geen rekening gehouden met deviatie.
- Alhoewel bij 't kostenoverzicht geperforeerde casing en open hole completion beide genoemd worden, kan in de praktijk wel worden aangenomen dat alleen bij oude putten, indien een aquifer achter reeds aanwezige casing in gebruik zal worden genomen, uit kosten oogpunt perforatie zal worden verkozen boven (indien al uitvoerbaar!) het wegfrezen van een interval van minimaal 60 mtr oude casing en daarachter liggend cement.

In geval een nieuwe put van deze aquifer tapt, zal worden gekozen voor open hole completion, of completion met filter, al of niet met gravelpack.

Bijlage 2

BILLS OF QUANTITIES

INHOUD

	blz.
I. BILL OF QUANTITIES, DIEPTE 2500 M	1
I.1 Oude put ombouwen tot productieput (fig. 3.2)	1
I.1.1 Met filter	1
I.1.2 Alternatief A-I, met filter en omstorting	1
I.1.3 Alternatief B-I, open hole afwerking	2
I.1.4 Alternatief C-I met geperforeerde casing	2
I.2 Nieuwe productieput (fig. 3.3)	3
I.2.1 Met filter	3
I.2.2 Alternatief A-I, met filter en omstorting	3
I.2.3 Alternatief B-I, open hole afwerking	4
I.3 Oude put ombouwen tot injectieput (fig. 3.2)	5
I.3.1 Met filter	5
I.3.2 Alternatief A-I ^a , met filter en omstorting	5
I.3.3 Alternatief B-I ^a , open hole afwerking	5
I.3.4 Alternatief C-I ^a , met geperforeerde casing	6
I.4 Nieuwe injectieput (fig. 3.4)	7
I.4.1 Met filter	7
I.4.2 Alternatief A-I ^a , met filter en omstorting	7
I.4.3 Alternatief B-I ^a , open hole afwerking	8
I.4.4 Alternatief C-I ^a , met geperforeerde casing	8
II. BILL OF QUANTITIES DIEPTE 1500 M	9
II.1 Oude put ombouwen tot productieput (fig. 3.5)	9
II.1.1 Met filter	9
II.1.2 Alternatief A-II, met filter en omstorting	9
II.1.3 Alternatief B-II, open hole afwerking	9
II.1.4 Alternatief C-II, met geperforeerde casing (fig. 3.6)	10
II.2 Nieuwe productieput (fig. 3.7)	11
II.2.1 Met filter	11
II.2.2 Alternatief A-II, met filter en omstorting	11
II.2.3 Alternatief B-II, open hole afwerking	11

	blz.
II.3 Oude put ombouwen tot injectieput (fig. 3.5)	12
II.3.1 Met filter	12
II.3.2 Alternatief A-II ^a met filter en omstorting	12
II.3.3 Alternatief B-II ^a met geperforeerde casing (fig. 3.6)	12
II.4 Nieuwe injectieput (fig. 3.8)	13
II.4.1 Met filter	13
II.4.2 Alternatief A-II ^a , met filter en omstorting	13
II.4.3 Alternatief B-II ^a , open hole afwerking	13
III. BILL OF QUANTITIES, DIEPTE 900 M	14
III.1 Oude put ombouwen tot productieput (fig. 3.9)	14
III.1.1 Met filter	14
III.1.2 Alternatief A-III, met filter en omstorting	14
III.1.3 Alternatief B-III, open hole afwerking	15
III.1.4 Alternatief C-III, met geperforeerde casing (fig. 3.10)	15
III.2 Nieuwe productieput (fig. 3.11)	16
III.2.1 Met filter	16
III.2.2 Alternatief A-III, met filter en omstorting	16
III.2.3 Alternatief B-III, open hole afwerking	17
III.3 Oude put ombouwen tot injectieput (fig. 3.9)	18
III.3.1 Met filter	18
III.3.2 Alternatief A-III ^a , met filter en omstorting	18
III.3.3 Alternatief B-III ^a , open hole afwerking	19
III.3.4 Alternatief C-III ^a , met geperforeerde casing (fig. 3.10)	19
III.4 Nieuwe injectieput (fig. 3.12)	20
III.4.1 Met filter	20
III.4.2 Alternatief A-III ^a , met filter en omstorting	20
III.4.3 Alternatief B-III ^a , open hole afwerking	20

I. BILL OF QUANTITIES, DIEPTE 2500 M

I.1 Oude put ombouwen tot productieput (fig. 3.2)

I.1.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving Rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Milling plug + cement tot 1500 m
- 6) Testing
- 7) Side tracking
- 8) Boor 8½" Ø hole ± 1000 m
- 9) Installeer 7" filter 60 m
- 10) Installeer 7" casing, neutral sub, ext. packer, DV collar, ± 1000 m
- 11) Installeer 9 5/8" x 7" Liner Hanger
- 12) Cementeer 7" casing in 8½" hole over 500 m
- 13) Cement uitboren - spoelingsvrij maken
- 14) Oude 9 5/8" casing afsnijden bij 400 m en verwijderen
- 15) Wellhead
- 16) Rigtime
- 17) Fuel
- 18) Mud
- 19) Mud Engineer
- 20) Directional Engineer
- 21) Casing crew

I.1.2 Alternatief A-I met filter en omstorting

- 1) t/m 8 zie bij I.1.1
- 9) Underreaming, 70 m interval
- 10) t/m 12 zie 9 t/m 11 bij I.1.1
- 13) Gravelpacking
- 14) t/m 23 zie 12 t/m 21 bij I.1.1

I.1.3 Alternatief B-I, open hole afwerking

- 1) t/m 8 zie bij I.1.1
- 9) Spot HV mudpill en plaats cementplug
- 10) Installeer 7" casing \pm 1000 m
- 11) t/m 21 zie bij I.1.1

I.1.4 Alternatief C-I met geperforeerde casing

- 1) t/m 8 zie bij I.1.1
- 9) Installeer 7" casing \pm 1060 m
- 10) - 11 zie, item 11 - 12 bij I.1.1
- 12) T.C. perforatie
- 13) t/m 21 zie item 13 t/m 21 bij I.1.1

I.2 Nieuwe productieput (fig. 3.3)

I.2.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Boor 24" \emptyset tot 100 m
- 6) Installeer 18 5/8" casing
- 7) Cementeer 18 5/8" casing in 24" hole
- 8) Boor 17½" \emptyset hole tot 500 m
- 9) Installeer 13 3/8" casing in 17½" hole
- 10) Cementeer 13 3/8" casing in 17½" hole
- 11) Boor 12½" \emptyset hole tot 1500 m
- 12) Installeer 9 5/8" casing \pm 1050 m
- 13) Installeer 13 3/8" x 9 5/8" Liner Hanger
- 14) Cementeer 9 5/8" casing in 12½" hole
- 15) Boor 8½" \emptyset tot 2500 m
- 16) Installeer 7" filter 60 m
- 17) Installeer 7" casing, neutral sub, ext. packer, D.V. collar, \pm 1000 m
- 18) Installeer 9 5/8" x 7" Liner Hanger
- 19) Cementeer 7" casing in 8½" hole over 500 m
- 20) Cement uitboren - spoelingsvrij maken
- 21) Wellhead
- 22) Rig time
- 23) Fuel
- 24) Mud
- 25) Mud Engineer
- 26) Casing crew

I.2.2 Alternatief A-I, met filter en omstorting

- 1) t/m 15 zie bij I.2.1
- 16) Underreaming 70 mtr interval
- 17) t/m 19 zie item 16 t/m 18 bij I.2.1
- 20) Gravelpacking
- 21) t/m 28 zie item 19 t/m 26 bij I.2.1

I.2.3 Alternatief B-1, open hole afwerking

- 1) t/m 15 zie item I.2.1
- 16) Spot HV mudpill en plaats cementplug
- 17) Installeer 7" casing \pm 1000 m
- 18) t/m 26 zie Item I.2.1

I.3 Oude put ombouwen tot injectieput (fig. 3.2)

I.3.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Milling plug + cement 1500 m
- 6) Testing
- 7) Sidetracking
- 8) Boor 8½" Ø hole ± 1000 m
- 9) Installeer 7" filter 60 m
- 10) Installeer 7" casing, neutral sub, ext. packer, D.V. collar, ± 1000 m
- 11) Installeer 9 5/8" x 7" Liner Hanger
- 12) Cementeer 7" casing in 8½" hole over 500 m
- 13) Cement uitboren - spoelingvrij maken
- 14) Wellhead
- 15) Rigtime
- 16) Fuel
- 17) Mud
- 18) Mud engineer
- 19) Directional Engineer
- 20) Casing crew

I.3.2 Alternatief A-I^a, met filter en omstorting

- 1) t/m 8 zie item I.3.1
- 9) Underreaming, 70 m interval
- 10) t/m 12 zie item 9) t/m 11) van I.3.1
- 13) Gravelpacking
- 14) t/m 22 zie item 12 t/m 20 van I.3.1

I.3.3 Alternatief B-I^a, open hole afwerking

- 1) t/m 8 zie I.3.1
- 9) Spot HV mudpill en plaats cementplug
- 10) Installeer 7" casing ± 1000 m
- 11) t/m 20 zie I.3.1

I.3.4 Alternatief C-I^a, met geperforeerde casing

- 1) t/m 8 zie I.3.1
- 9) Installeer 7" casing ± 1060 m
- 10) t/m 11 zie item 11 - 12 van I.3.1
- 12) TC perforatie
- 13) t/m 20 zie I.3.1

I.4 Nieuwe injectieput (fig. 3.4)

I.4.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Boor 17½" Ø hole tot 100 m
- 6) Installeer 13 3/8" casing in 17½" hole
- 7) Cementeer 13 3/8" casing in 17½" hole
- 8) Boor 12¼" Ø hole tot 1500 m
- 9) Installeer 9 5/8" casing
- 10) Cementeer 9 5/8" casing in 12¼" hole
- 11) Boor 8½" Ø tot 2500 m
- 12) Installeer 7" filter 60 m
- 13) Installeer 7" casing, neutral sub, ext. packer, D.V. collar, ± 1000 mtr
- 14) Installeer 9 5/8" x 7" Liner Hanger
- 15) Cementeer 7" casing in 8½" hole over 500 m
- 16) Cement uitboren - spoelingvrij maken
- 17) Wellhead
- 18) Rigtime
- 19) Fuel
- 20) Mud
- 21) Mud engnr
- 22) Casing crew

I.4.2 Alternatief A-I^a, met filter en omstorting

- 1) t/m 11 zie I.4.1
- 12) Underreaming, 70 m interval
- 13) t/m 15 zie item 12 t/m 14 van I.4.1
- 16) Gravelpacking
- 17) t/m 24 zie item 15 t/m 22 van I.4.1

I.4.3 Alternatief B-I^a, open hole afwerking

- 1) t/m 11 zie I.4.1
- 12) Spot HV mudpill en plaats cementplug
- 13) Installeer 7" casing ± 1000 m
- 14) t/m 22 zie I.4.1

I.4.4 Alternatief C-I^a, met geperforeerde casing

- 1) t/m 11 zie I.4.1
- 12) Installeer 7" casing ± 1060 mtr
- 13) - 14 zie item 14 - 15 van I.4.1
- 15) T.C. perforatie
- 16) t/m 22 zie I.4.1

II BILL OF QUANTITIES DIEPTE 1500 M

II.1 Oude put ombouwen tot productieput (fig. 3.5)

II.1.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Milling plug + cement 1500 m
- 6) Testing
- 7) Milling window/sidetracking
- 8) Boor 8½" Ø hole 80 m
- 9) Installeer 7" filter 60 m
- 10) Installeer 7" casing + neutral sub, 50 m
- 11) Installeer 7" x 9 5/8" Liner Hanger
- 12) Spoelingvrij maken
- 13) Oude 9 5/8" casing afsnijden bij 400 m en verwijderen
- 14) Wellhead
- 15) Rigtime
- 16) Fuel
- 17) Mud
- 18) Mud Engineer
- 19) Directional Engineer
- 20) Casing crew

II.1.2 Alternatief A-II, met filter en omstorting

- 1) t/m 8 zie II.1.1
- 9) Underreaming 70 m interval
- 10) t/m 12 zie 9 t/m 11 van II.1.1
- 13) Gravelpacking
- 14) t/m 21 zie 12 t/m 20 van II.1.1

II.1.3 Alternatief B-II, open hole afwerking

- 1) t/m 8 zie II.1.1
- 9) t/m 16 zie 12 t/m 19 van II.1.1

II.1.4 Alternatief C-II met geperforeerde casing (fig. 3.6)

- 1) t/m 6 zie II.1.1
- 7) T.C. perforatie
- 8) t/m 14 zie item 12 t/m 18 van II.1.1

II.2 Nieuwe productieput (fig. 3.7)

II.2.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Boor 22" \emptyset hole 50 m
- 6) Installeer 18 5/8" casing
- 7) Cementeer 18 5/8" casing in 22" hole
- 8) Boor 17½" \emptyset hole tot 500 m
- 9) Installeer 13 3/8" casing
- 10) Cementeer 13 3/8" casing in 17½" hole
- 11) Boor 12¼" \emptyset hole tot 1400 m
- 12) Installeer 9 5/8" casing op 13 3/8" x 9 5/8" Liner Hanger
(± 950 m)
- 13) Cementeer 9 5/8" casing in 12¼" \emptyset hole
- 14) Boor 8½" \emptyset hole 100 m
- 15) installeer 60 m 7" filter
- 16) Installeer 60 m 7" casing + neutral sub
- 17) Installeer 9 5/8" x 7" Liner Hanger
- 18) Spoelingvrij maken
- 19) Wellhead
- 20) Rig time
- 21) Fuel
- 22) Mud
- 23) Mud Engineer
- 24) Casing crew

II.2.2 Alternatief A-II, met filter en omstorting

- 1) t/m 14 zie II.2.1
- 15) Underreaming 70 mtr interval
- 16) t/m 18 zie item 15 t/m 17 van II.2.1
- 19) Gravelpacking
- 20) t/m 26 zie item 18 t/m 24 van II.2.1

II.2.3 Alternatief B-II, open hole afwerking

- 1) t/m 14 zie II.2.1
- 15) t/m 20 zie item 18 t/m 23 van II.2.1

II.3 Oude put ombouwen tot injectieput (fig. 3.5)

II.3.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Milling plug + cement - 1500 m
- 6) Testing
- 7) Side tracking
- 8) Boor 8½" Ø hole 80 m
- 9) Installeer 7" filter 60 m
- 10) Installeer 7" csg + neutral sub, 50 m
- 11) Installeer 7" x 9 5/8" Liner Hanger
- 12) Spoeling vrij maken
- 13) Wellhead
- 14) Rigtime
- 15) Mud
- 16) Fuel
- 17) Mud Engineer
- 18) Directional Engineer
- 19) Casing crew

II.3.2 Alternatief A-II^a, met filter en omstorting

- 1) t/m 8 zie II.3.1
- 9) Underreaming 70 m interval
- 10) t/m 12 zie item 9 t/m 11 van II.3.1
- 13) Gravelpacking
- 14) t/m 21 zie item 12 t/m 19 van II.3.1

II.3.3 Alternatief B-II^a met geperforeerde casing (fig. 3.6)

- 1) t/m 6 zie II.3.1
- 7) T.C. perforatie
- 8) t/m 13 zie item 12 t/m 17 van II.3.1

II.4 Nieuwe injectieput (fig. 3.8)

II.4.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Boor 17½" Ø - 50 m
- 6) Installeer 13 3/8" casing
- 7) Cementeer 13 3/8" casing in 17½" hole
- 8) Boor 12¼" Ø hole tot 500 m
- 9) Installeer 9 5/8" casing
- 10) Cementeer 9 5/8" casing in 12¼" hole
- 11) Boor 8½" tot 1500 m
- 12) Installeer 7" filter 60 m
- 13) Installeer 7" casing 1440 m + D.V collar + ext packer + neutr. sub.
- 14) Cementeer 7" casing in 8½" hole
- 15) Boor cement - spoelingsvrij maken
- 16) Wellhead
- 17) Rigtime
- 18) Mud
- 19) Fuel
- 20) Mud Engineer
- 21) Casing crew

II.4.2 Alternatief A-II^a, met filter en omstorting

- 1) t/m 11 zie II.4.1
- 12) Underreaming, 70 m interval
- 13) t/m 14 zie item 12-13 van II.4.1
- 15) Gravelpacking
- 16) t/m 23 zie item 14 t/m 21 van II.4.1

II.4.3 Alternatief B-II^a, open hole afwerking

- 1) t/m 11 zie II.4.1
- 12) Plaats cementplug
- 13) Installeer 7" casing 1430 m
- 14) t/m 21 zie II.4.1

III. BILL OF QUANTITIES, DIEPTE 900 M

III.1 Oude put ombouwen tot productieput (fig. 3.9)

III.1.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up/down
- 4) Huur BOP
- 5) Milling plug + cement - 1500 m
- 6) Testing
- 7) Cementplug
- 8) Window frezen - side tracking
- 9) Boor 8½" Ø hole 80 mtr
- 10) Installeer 7" filter 60 m
- 11) Installeer 7" casing + neutral sub 50 m
- 12) Installeer 7" x 9 5/8" Liner Hanger
- 13) Spoelingvrij maken
- 14) Oude 9 5/8" casing afsnijden bij 400 m en uitbouwen
- 15) Wellhead
- 16) Rigtime
- 17) Mud
- 18) Fuel
- 19) Mud Engineer
- 20) Directional Engineer
- 21) Casing crew

III.1.2 Alternatief A-III, met filter en omstorting

- 1) t/m 9 zie III.1.1
- 10) Underreaming 70 m interval
- 11) t/m 13 zie item 10 t/m 12 van III.1.1
- 14) Gravelpacking
- 15) t/m 23 zie item 13 t/m 21 van III.1.1

III.1.3 Alternatief B-III open hole afwerking

- 1) t/m 9 zie III.1.1
- 10) t/m 17 zie item 13 t/m 20 van III.1.1

III.1.4 Alternatief C-III, met geperforeerde casing (fig. 3.10)

- 1) t/m 7 zie III.1.1
- 8) T.C. perforatie
- 9) t/m 15 zie item 13 t/m 19 van III.1.1

III.2 Nieuwe productieput (fig. 3.11)

III.2.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Boor 22" \emptyset tot 50 m
- 6) Installeer 18 5/8" casing
- 7) Cementeer 18 5/8" casing in 22" hole
- 8) Boor 17½" \emptyset tot 500 m
- 9) Installeer 13 3/8" casing
- 10) Cementeer 13 3/8" casing in 17½" hole
- 11) Boor 8½" \emptyset hole tot 900 m
- 12) Installeer 7" filter 60 m
- 13) Installeer 400 mtr 7" casing + ext. packer + D.V. collar + neutral sub
- 14) Installeer X sub + Liner Hanger 9 5/8" x 13 3/8"
- 15) Cementeer 7" casing in 8½" hole
- 16) Boor cement, put spoelingvrij maken
- 17) Wellhead
- 18) Rigtime
- 19) Fuel
- 20) Mud
- 21) Mud Engineer
- 22) Casing crew

III.2.2 Alternatief A-III, met filter en omstorting

- 1) t/m 11 zie III.2.1
- 12) Underreaming, 70 m interval
- 13) t/m 15 zie item 12 t/m 14 van III.2.1
- 16) Gravelpacking
- 17) t/m 24 zie item 15 t/m 22 van III.2.1

III.2.3 Alternatief B-III, open hole afwerking

- 1) t/m 11 zie III.2.1
- 12) Zet cementplug boven aquifer
- 13) Installeer 400 m 7" casing + X sub
- 14) Installeer 9 5/8" x 13 3/8" Liner Hanger
- 15) Cementeer 7" casing in 8½" hole
- 16) Boor cement, put spoelingvrij maken
- 17) Wellhead
- 18) Rigtime
- 19) Fuel
- 20) Mud
- 21) Mud Engineer
- 22) Casing crew

III.3 Oude put ombouwen tot injectieput (fig. 3.9)

III.3.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up/down
- 4) Huur BOP
- 5) Milling plug en cement tot 1500 m
- 6) Testing
- 7) Cementplug
- 8) Window frezen en side tracking
- 9) Boor 8½" Ø hole 80 m
- 10) Installeer 7" filter 60 m
- 11) Installeer 7" casing + neutral sub 50 m
- 12) Installeer 7" x 9 5/8" Liner Hanger
- 13) Spoelingvrij maken
- 14) Wellhead
- 15) Rig time
- 16) Mud
- 17) Fuel
- 18) Mud Engineer
- 19) Directional Engineer
- 20) Casing crew

III.3.2 Alternatief A-III^a, met filter en omstorting

- 1) t/m 9 zie III.3.1
- 10) Underreaming, 70 m interval
- 11) t/m 13 zie item 10 t/m 12 van III.3.1
- 14) Gravelpacking
- 15) t/m 22 zie item 13 t/m 20 van III.3.1

III.3.3 Alternatief B-III^a, open hole afwerking

- 1) t/m 9 zie III.3.1
- 10) t/m 16 zie item 13 t/m 20 van III.3.1

III.3.4 Alternatief C-III^a, met geperforeerde casing (fig. 3.10)

- 1) t/m 7 zie III.3.1
- 8) T.C. perforatie
- 9) t/m 14 zie item 13 t/m 18 van III.3.1

III.4 Nieuwe injectieput (fig. 3.12)

III.4.1 Met filter

- 1) Mob-demob
- 2) Moving rig site-site
- 3) Rigging up-down
- 4) Huur BOP
- 5) Boor 12½" Ø tot 500 m
- 6) Installeer 9 5/8" casing
- 7) Cementeer 9 5/8" casing in 12½" hole
- 8) Boor 8½" Ø tot 900 m
- 9) Installeer 7" filter (60m)
- 10) Installeer 7" casing ± 840 m
- 11) Installeer DV collar + ext packer + neutral sub
- 12) Cementeer 7" casing
- 13) Cement uitboren - spoelingsvrij maken
- 14) Wellhead
- 15) Rig time
- 16) Fuel
- 17) Mud
- 18) Mud Engineer
- 19) Casing crew

III.4.2 Alternatief A-III^a, met filter en omstorting

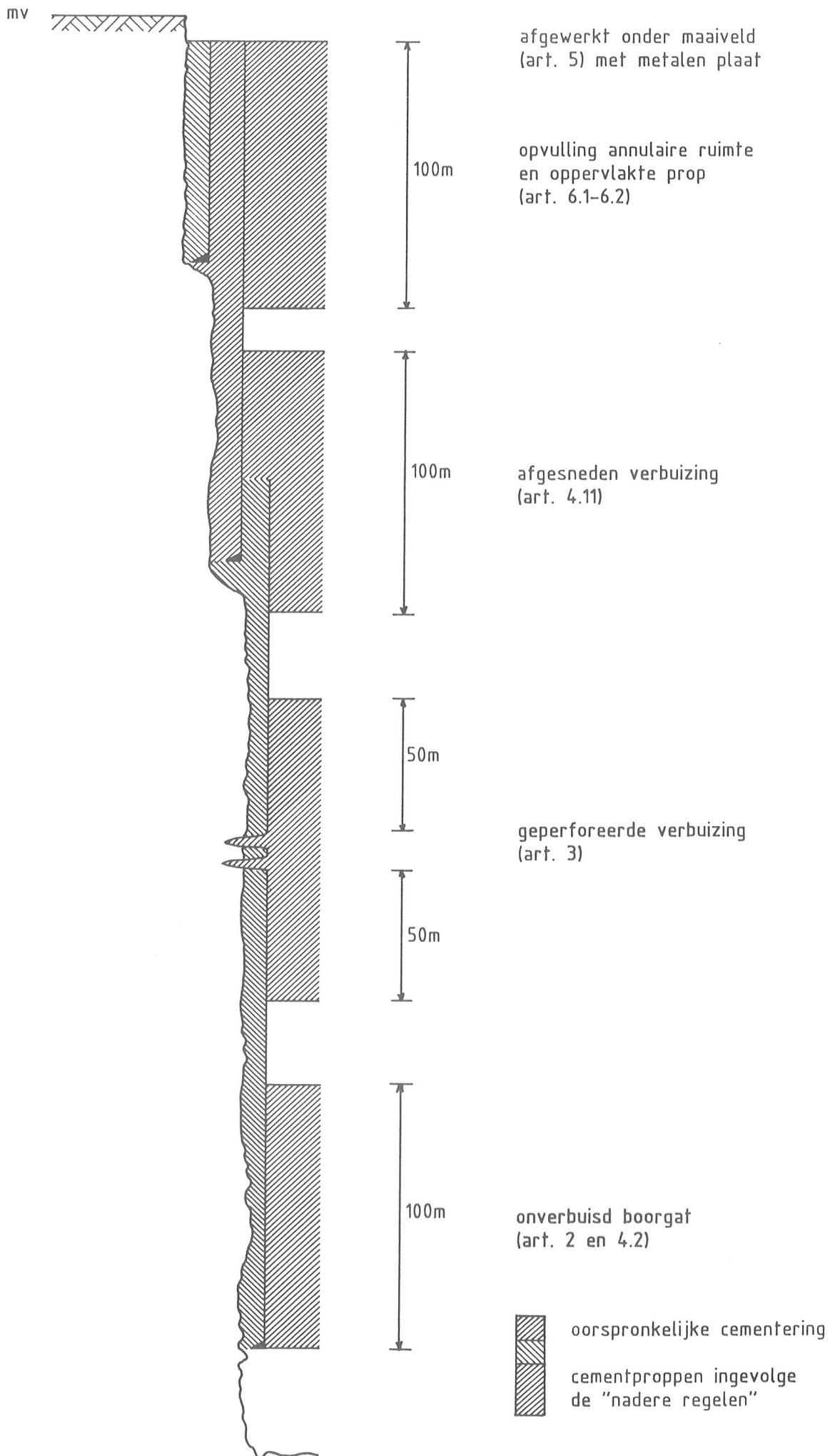
- 1) t/m 8 zie III.4.1
- 9) Underreaming, 70 m interval
- 10) t/m 12 zie item 9 t/m 11 van III.4.1
- 13) Gravelpacking
- 14) t/m 22 zie item 12 t/m 19 van III.4.1

III.4.3 Alternatief B-III^a, open hole afwerking

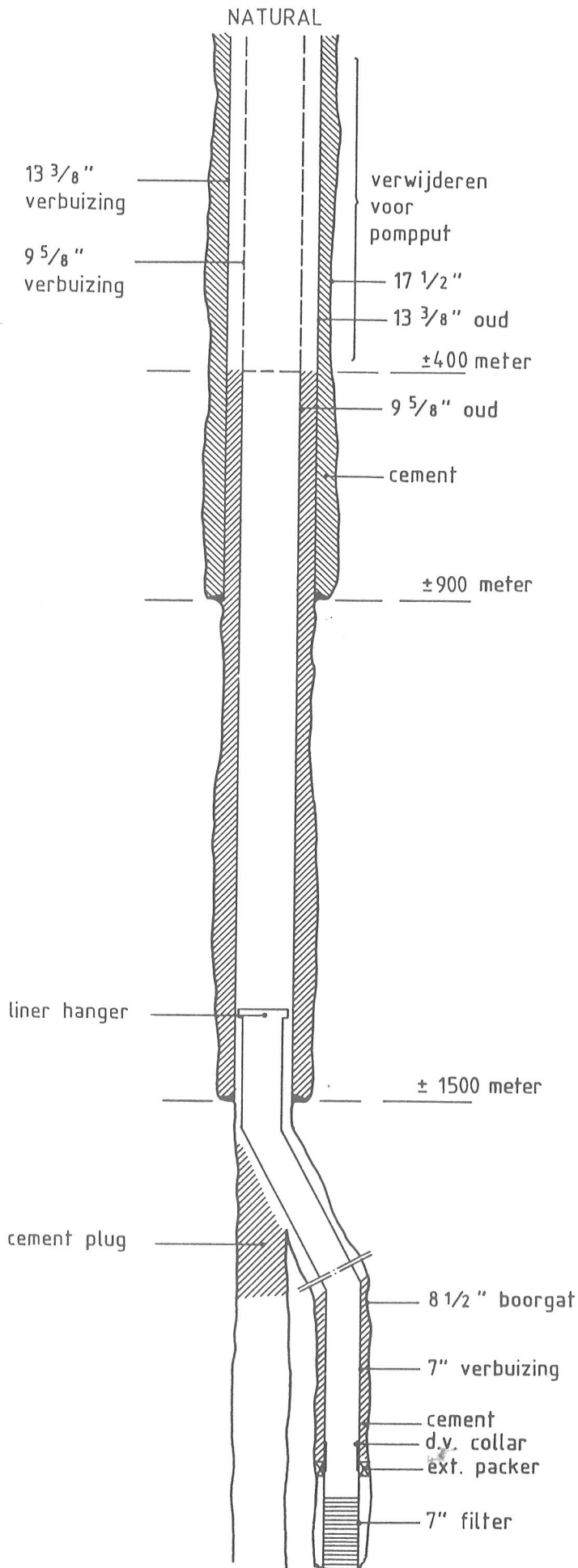
- 1) t/m 8 zie III.4.1
- 9) Plaats cementplug
- 10) zie III.4.1
- 11) t/m 18 zie item 12 t/m 19 van III.4.1

BIJLAGE 3

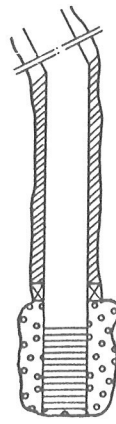
FIGUREN 3.1 t/m 3.12



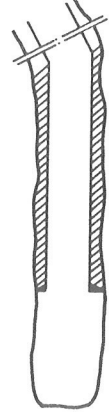
Figuur 3.1 Nadere regelen mijnreglement verlaten boorgaten



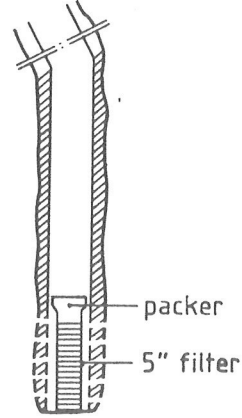
GRAVELPACK



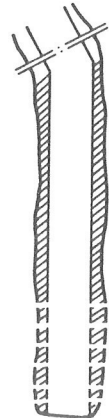
OPEN HOLE



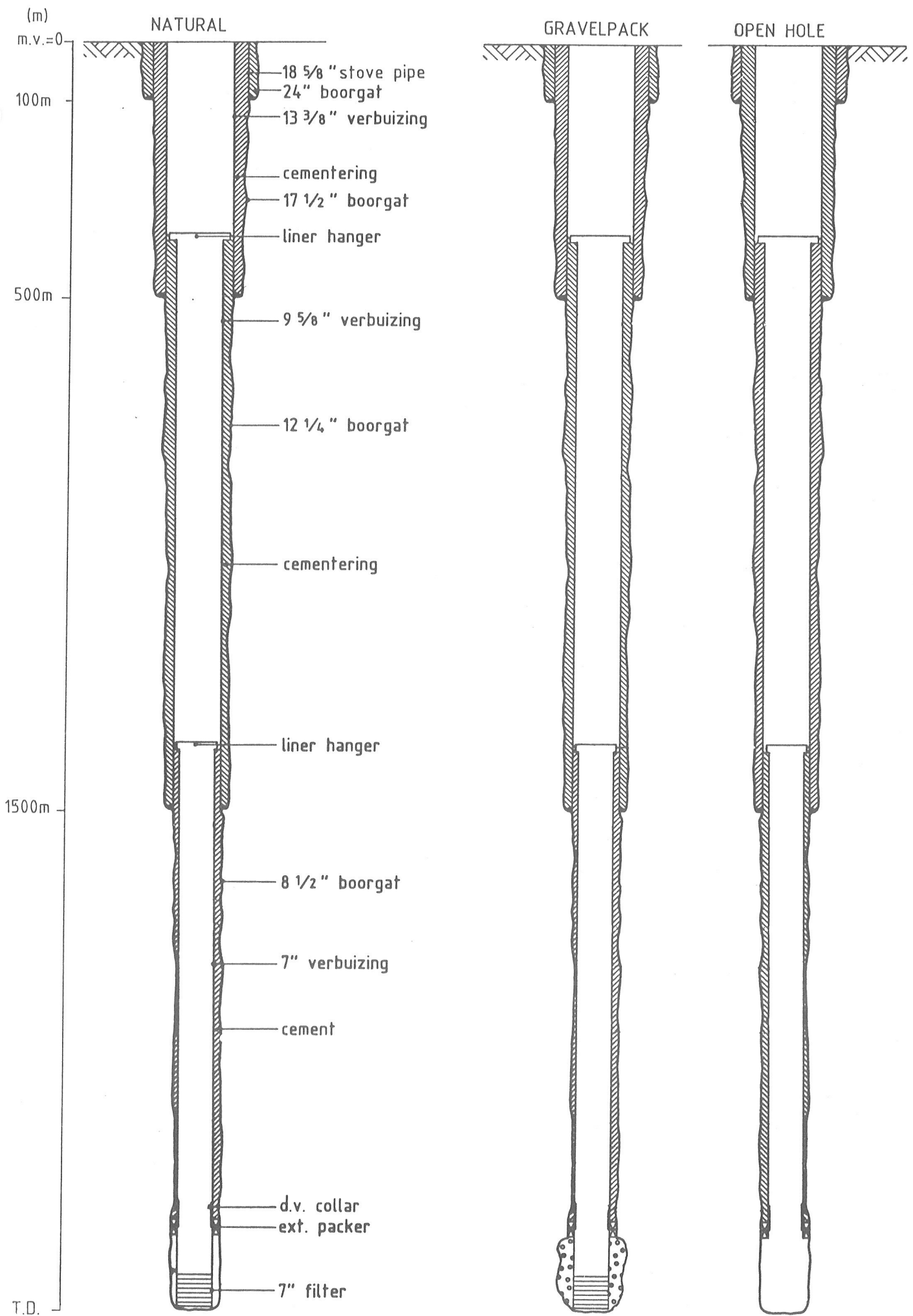
GEPERFOREERD MET FILTER



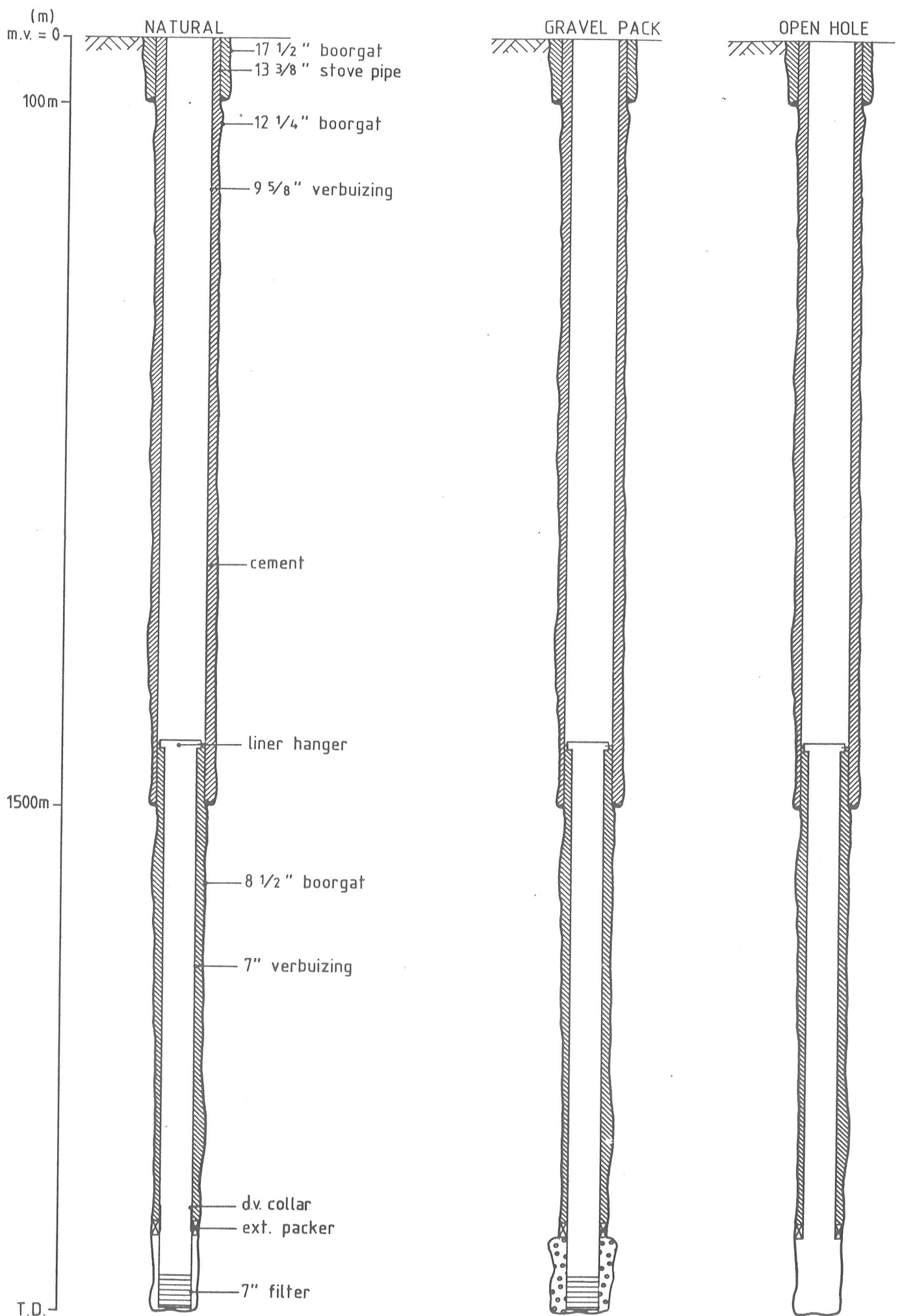
GEPERFOREERD



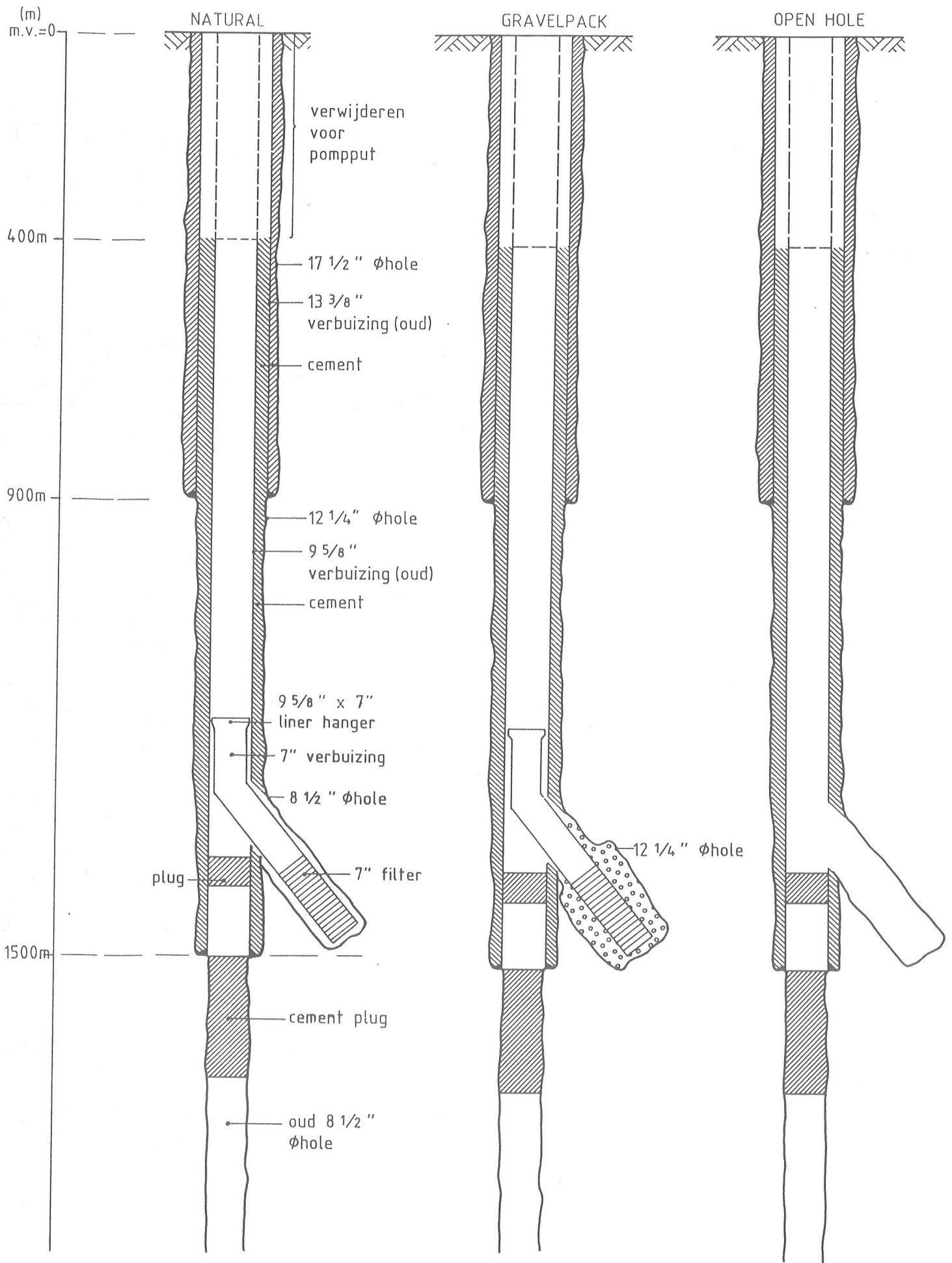
Figuur 3.2 Oude put injectie/productie tot 2500 meter



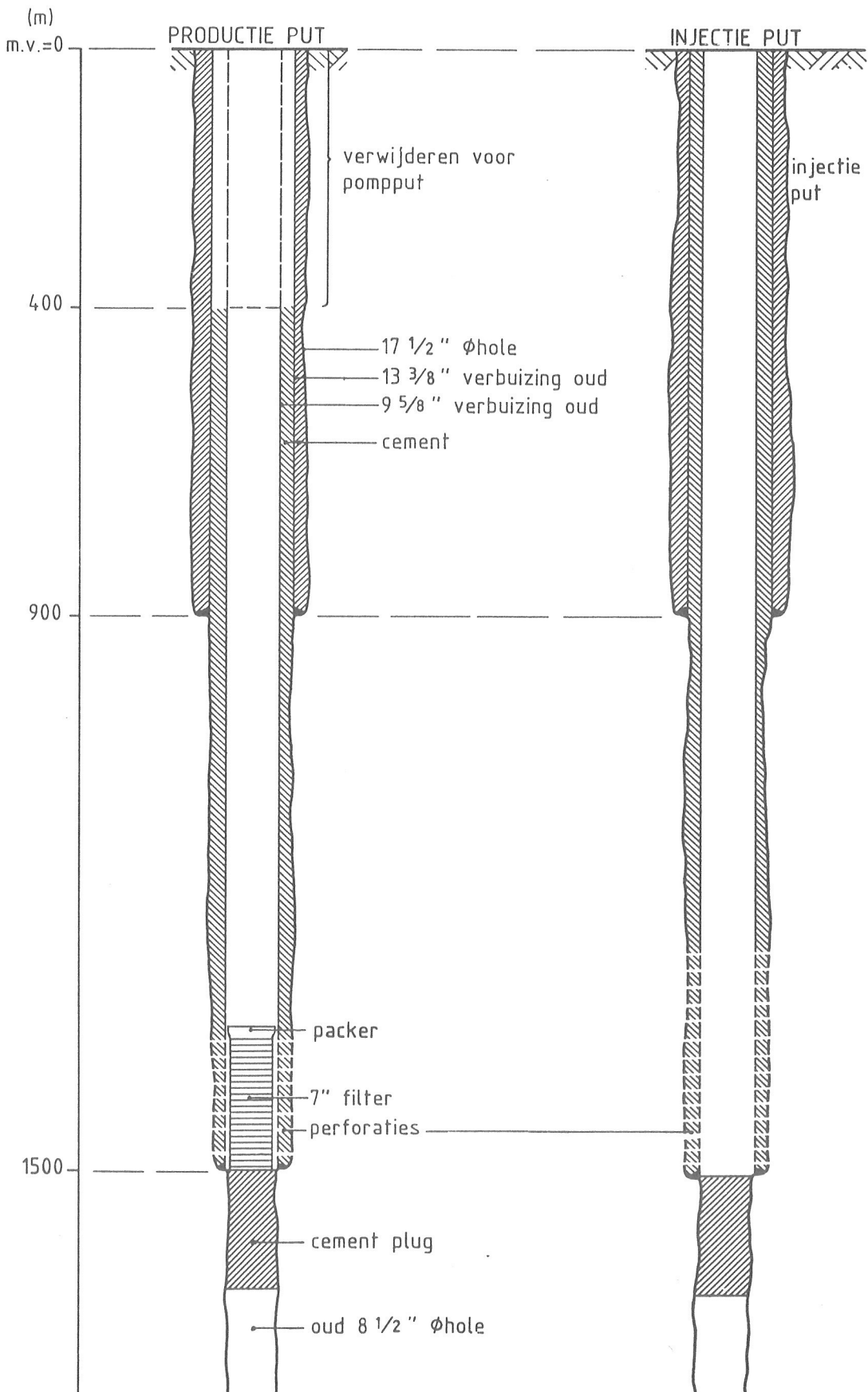
Figuur 3.3 Pomput nieuw tot 2500 meter



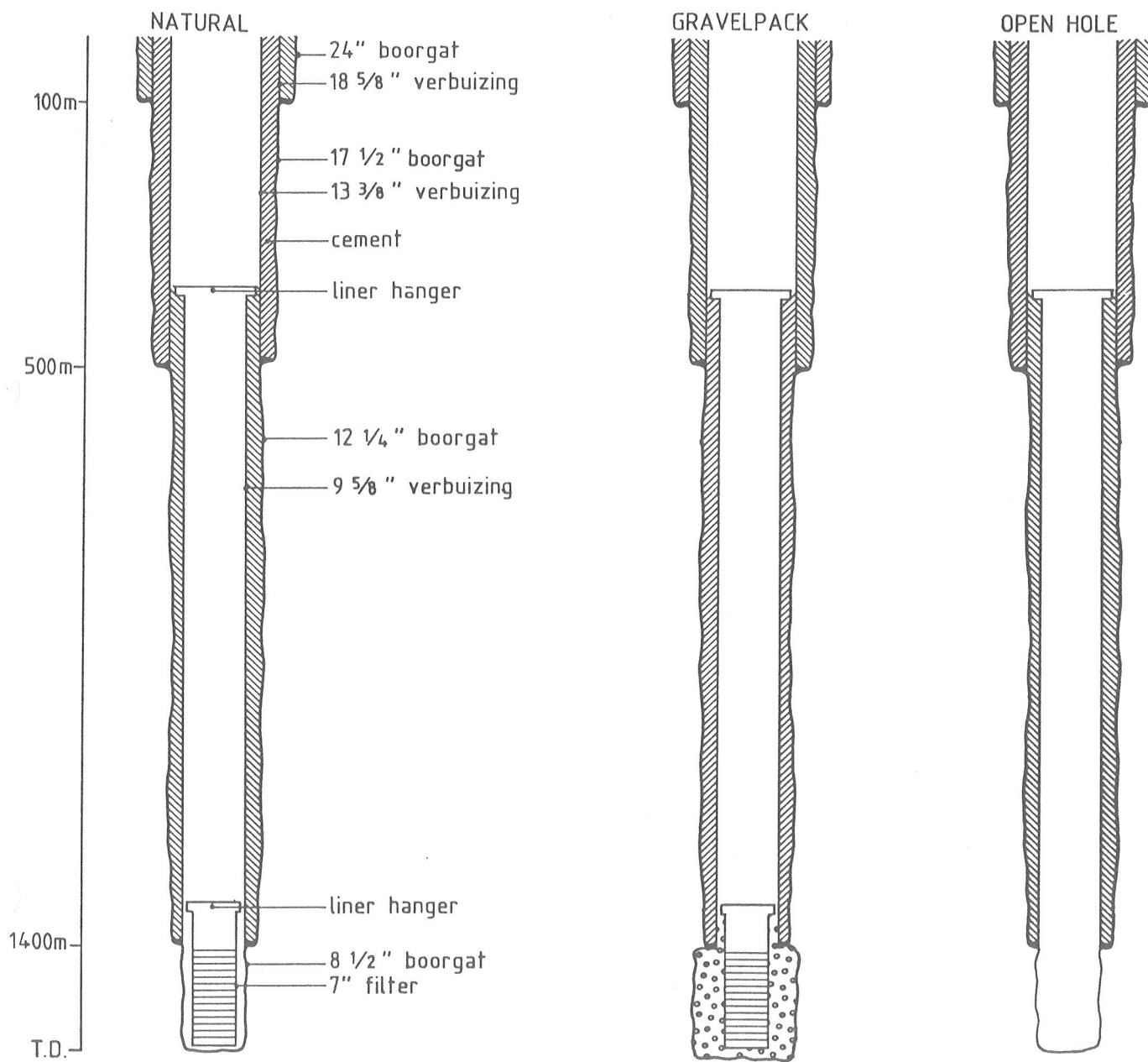
Figuur 3.4 Injectieput nieuw tot 2500 meter



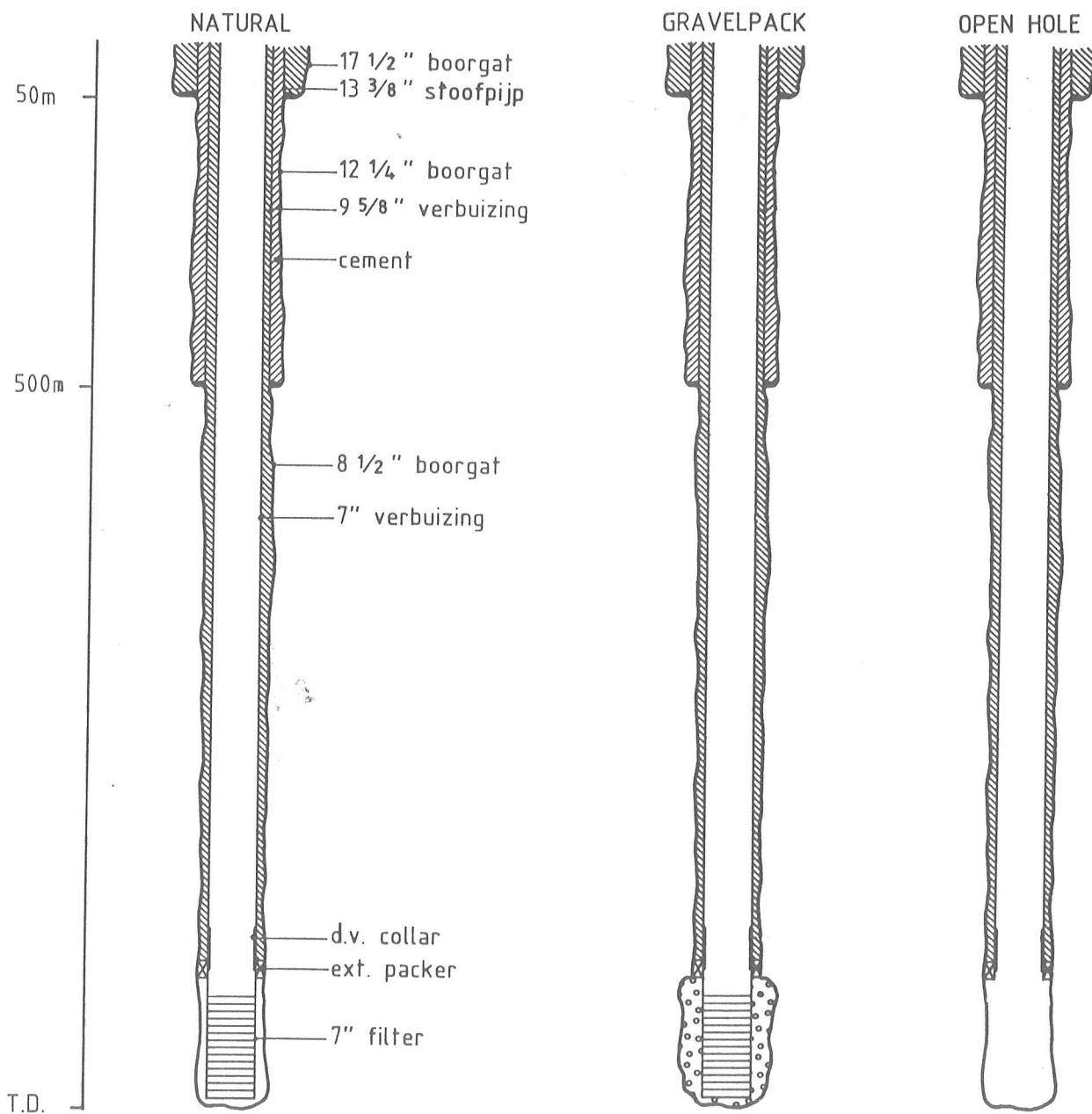
Figuur 3.5 Oude put injectie/productie tot 1500 meter



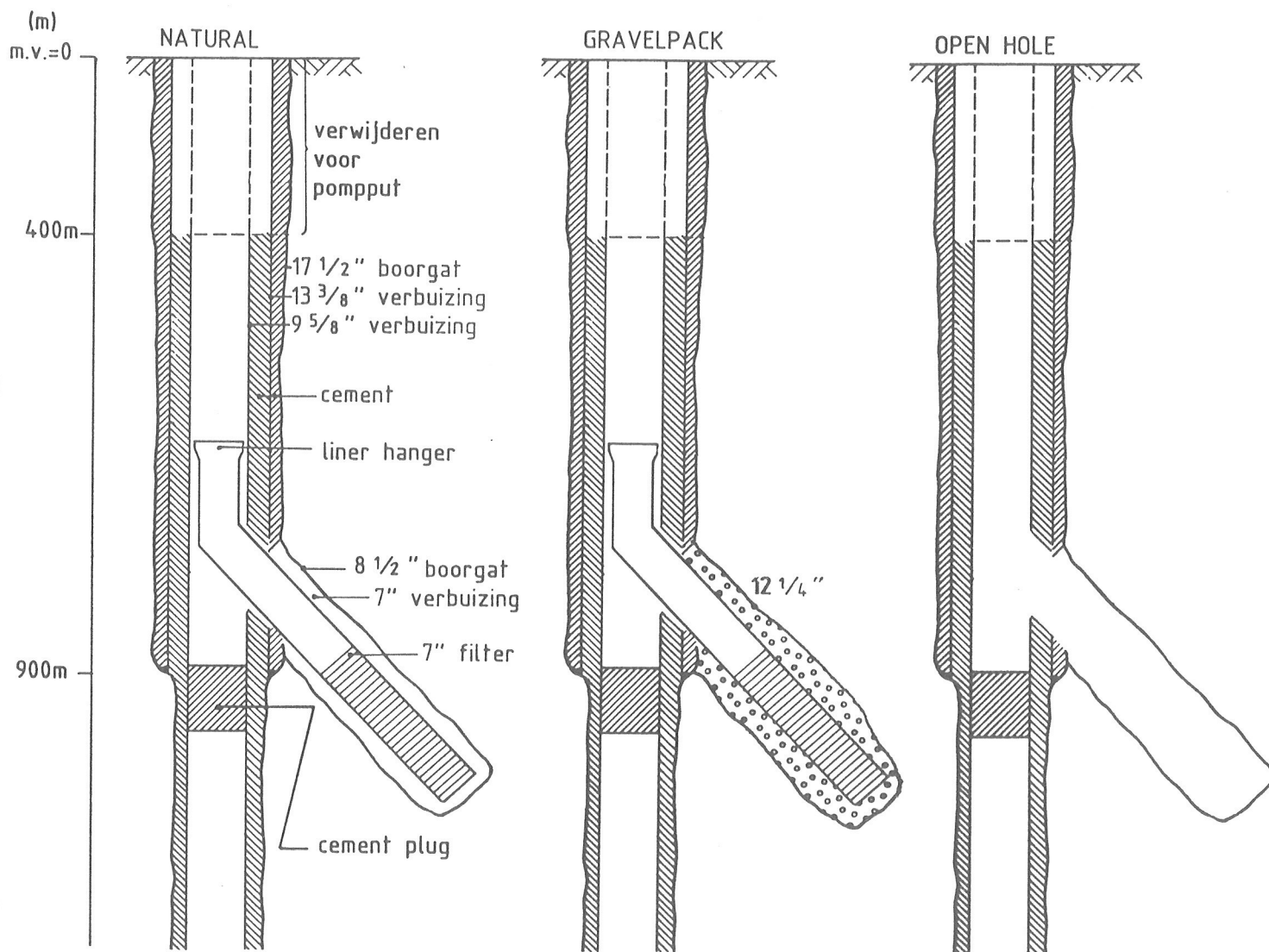
Figuur 3.6 Oude put geperforeerd injectie/productie tot 1500 meter



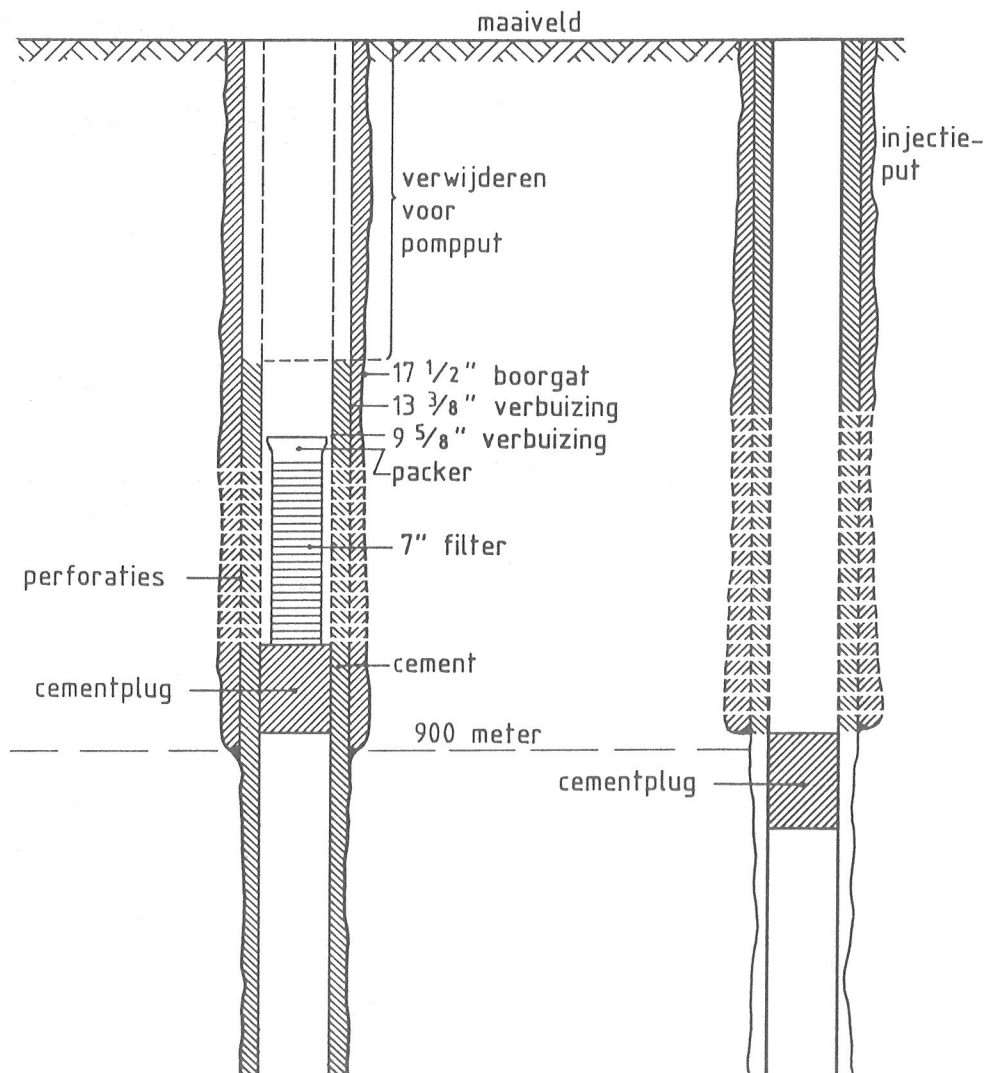
Figuur 3.7 Pompput nieuw tot 1500 meter



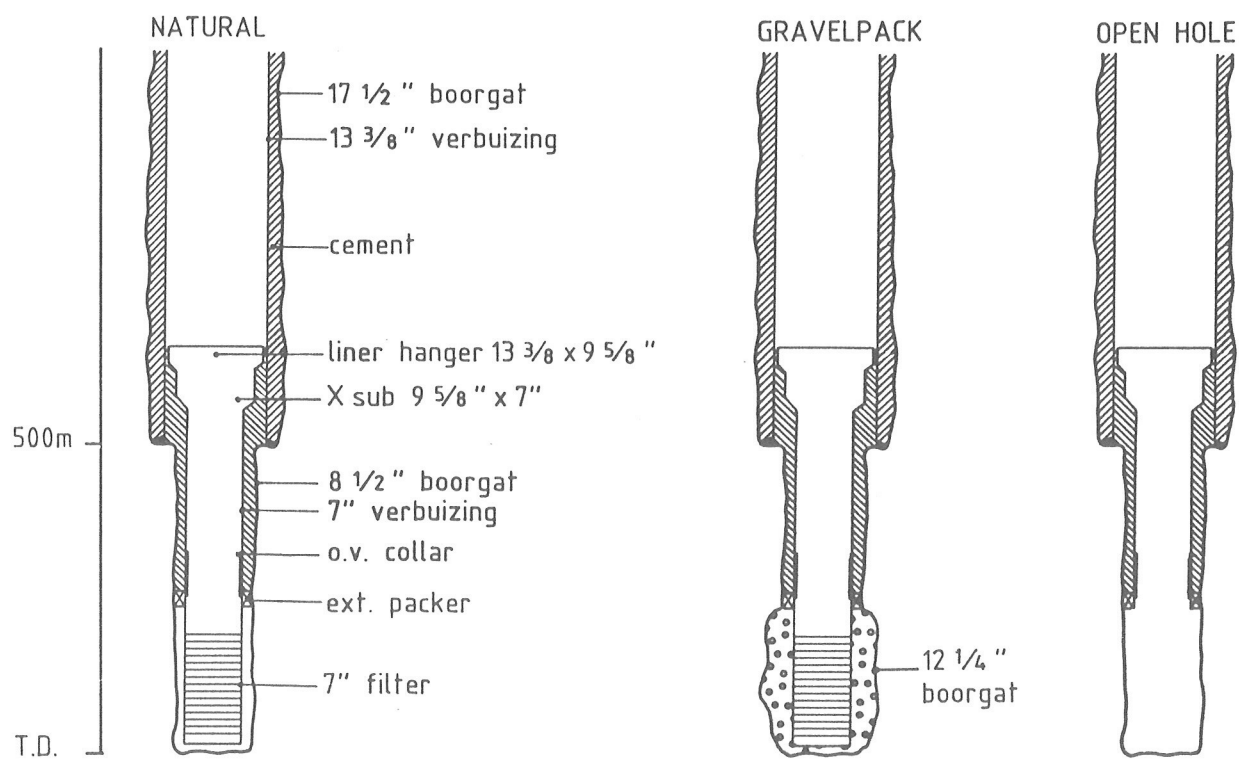
Figuur 3.8 Injectieput nieuw tot 1500 meter



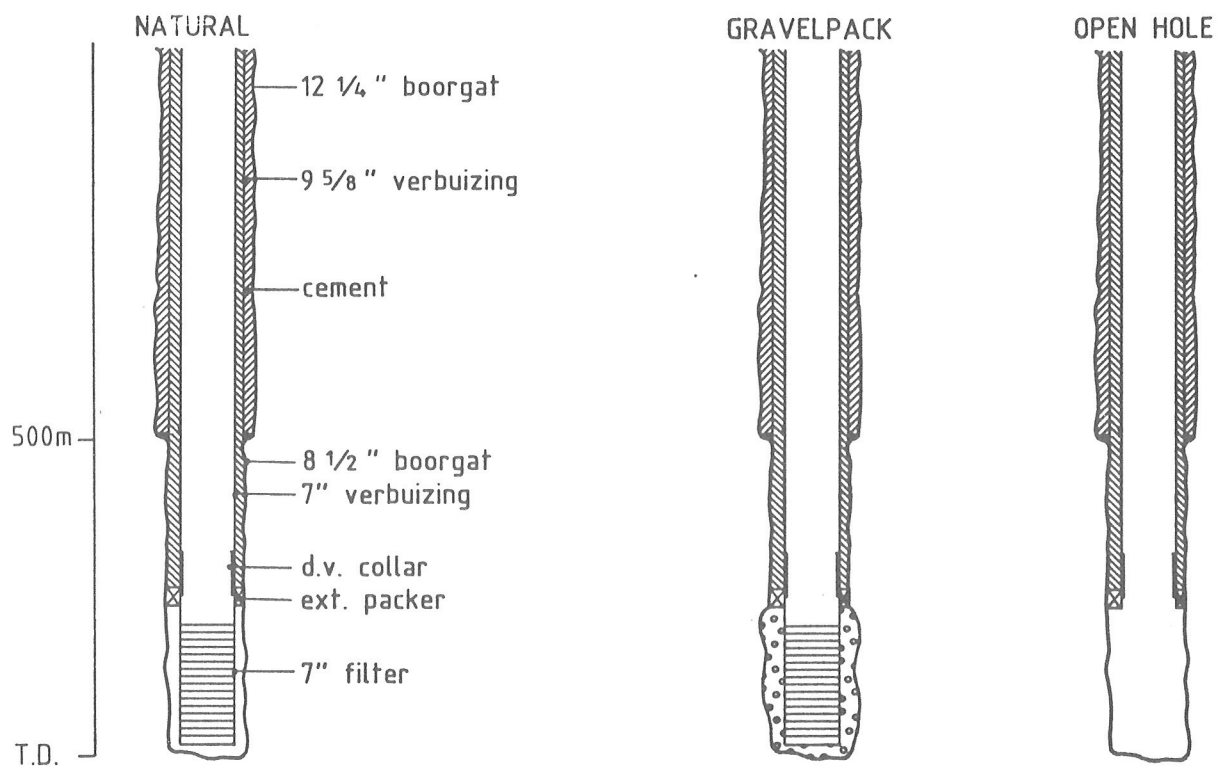
Figuur 3.9 Oude put injectie/productie tot 900 meter



Figuur 3.10 Oude put geperforeerd injectie/productie tot 900 meter



Figuur 3.11 Pompput



Figuur 3.12 Injectieput

Bijlage 4

OPEN PUTGEGEVENS VAN ALLE PUTTEN IN ELK DER DEELGEBIEDEN.

Deelgebied-1 (noordelijk Noord-Holland)

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.) X	Y				
ALK-01	ALKMAAR	111406	513026	AMO	10-04-1975	2588.00	exploratie
BAC-01	BAKKUM - CASTRICUM	105991	508661	NAM	27-10-1964	2282.50	exploratie
BER-01	BERGEN	106219	519289	AMO	00-12-1964	192.00	exploratie
BER-01-A	BERGEN	106217	519290	AMO	03-12-1964	2857.01	exploratie
BER-01-A-S1	BERGEN	106217	519290	AMO	03-12-1964	2571.00	exploratie
BER-02	BERGEN	103966	520136	AMO	01-01-1976	2633.01	ontwikkeling
BER-03	BERGEN	103963	520136	AMO	03-04-1976	3023.01	ontwikkeling
BER-04	BERGEN	103960	520136	AMO	11-10-1976	2752.71	ontwikkeling
BGM-01	BERGERMEER	109658	518353	AMO	26-06-1969	2314.00	exploratie
BGM-02	BERGERMEER	109671	518341	AMO	26-04-1970	2661.01	bevestiging
BGM-03	BERGERMEER	109681	518324	AMO	02-01-1972	2960.01	bevestiging
BGM-03-A	BERGERMEER	109681	518324	AMO	16-02-1972	2664.01	bevestiging
BGM-04	BERGERMEER	109554	518320	AMO	07-04-1972	3338.01	bevestiging
BGM-05	BERGERMEER	109575	518339	AMO	19-05-1972	2420.01	ontwikkeling
BGM-06	BERGERMEER	109620	518368	AMO	19-06-1972	2397.01	bevestiging
BGM-06-A	BERGERMEER	109620	518368	AMO	19-06-1972	2342.01	bevestiging
BGM-07	BERGERMEER	109543	518311	AMO	06-02-1980	3255.01	ontwikkeling
BKL-01	BOEKEL	111409	513026	AMO	15-01-1975	3131.01	exploratie
EGZ-01	EGMOND ZEE 1	100932	515467	NAM	01-09-1984	2004.00	exploratie
GRT-01	GROET	105383	526940	AMO	29-05-1965	2850.00	exploratie
GRT-02	GROET	104760	525724	AMOCO	10-05-1970	3843.01	bevestiging
GRT-03	GROET	104804	525736	AMOCO	23-09-1970	2708.01	bevestiging
GRT-03-A	GROET	104804	525736	AMOCO	19-11-1970	2409.10	bevestiging
GRT-04	GROET	104769	525727	AMOCO	01-01-1971	2850.01	bevestiging
GRT-05	GROET	104795	525734	AMOCO	17-03-1971	2728.10	bevestiging
GRT-06	GROET	104751	525722	AMOCO	29-04-1971	2475.01	bevestiging
GRT-07	GROET	104812	525738	AMOCO	15-11-1979	2935.01	ontwikkeling
HEK-01	HEEMSKERK	107657	500762	NAM	24-03-1965	1966.50	exploratie
HEW-01	HEERHUGOWAARD	116152	516549	NAM	23-08-1964	2220.00	exploratie
HLO-01	HEILOO	108710	510208	AMO	11-01-1965	2271.00	exploratie
HLO-02	HEILOO	109456	510808	AMO	11-03-1982	2458.00	bevestiging
HOK-01	HOOGKARSPEL	139586	524185	NAM	24-05-1950	2061.00	exploratie
HOO-01	HOORN 1	135450	519894	PET	10-11-1983	2894.00	exploratie
KRL-01	KREIL 1	119847	536060	PET	15-03-1981	2731.01	exploratie
LAD-01	LANGEDIJK	116700	522816	NAM	05-07-1964	1974.00	exploratie
LKM-01	LEKERMEER	129945	519898	PET	22-04-1982	2116.00	exploratie
LMB-01	LAMBERTSCHAAG	129380	528636	PET	01-06-1973	2491.00	exploratie
MDM-01	MIDDENMEER	127706	533132	PET	22-05-1975	3046.00	exploratie
MDM-02	MIDDENMEER	127663	533182	PETROLAND	25-06-1979	2295.00	ontwikkeling
MDM-02-S1	MIDDENMEER 2 SIDETRACK	127669	533182	PET	25-06-1979	2265.01	ontwikkeling
MID-101	MIDDELIE	128059	507590	NAM	27-05-1964	2625.51	exploratie
MID-102	MIDDELIE 102	128089	507590	NAM	22-11-1974	2877.01	bevestiging
MID-103	MIDDELIE	128209	507587	NAM	16-01-1975	2810.01	bevestiging
MID-104	MIDDELIE	128179	507588	NAM	18-03-1975	2722.01	ontwikkeling
MID-104-S1	MIDDELIE	128179	507588	NAM	18-03-1975	2626.01	ontwikkeling
MID-201	MIDDELIE	130109	506370	NAM	31-10-1980	2913.01	bevestiging
MID-301	MIDDELIE 301	126807	509934	NAM	26-05-1985	2812.00	exploratie
NDP-01	NIEDORP 1	123930	531590	PET	15-11-1984	2500.00	exploratie

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN (t.o.v.Amersf.)		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		X	Y				
OBD-01	OBDAM	121871	522127	BP	17-09-1964	2117.00	exploratie
OBD-02	OBDAM	119973	520084	BP	28-11-1964	2471.00	exploratie
ODS-01	OUDESLUIS	114769	539233	AMO	05-12-1965	2934.00	exploratie
RST-01	RUSTENBURG	119827	514100	NAM	10-09-1976	2684.00	exploratie
RST-02	RUSTENBURG	119817	514104	NAM	24-09-1981	2770.01	bevestiging
SLD-01	SLOOTDORP	122722	538723	PET	24-11-1964	2508.00	exploratie
SLD-02	SLOOTDORP	125401	535032	PET	15-05-1965	2277.00	bevestiging
SLD-03	SLOOTDORP 3	122945	537405	PET	28-07-1976	2044.00	bevestiging
SLD-04	SLOOTDORP 4	122693	538728	PET	25-05-1985	2268.00	ontwikkeling
SMA-01	SINT-MAARTEN	110912	531391	PHI	30-07-1964	3006.00	exploratie
SPD-01	SPIERDIJK 1	125708	517424	PET	01-10-1984	2275.00	exploratie
SRM-01	SCHERMER	114339	512170	AMO	29-07-1964	2139.50	exploratie
SRM-01-VE	SCHERMER	114339	512170	AMO	00-06-1976	2505.00	exploratie
SRM-02	SCHERMER	115808	510948	AMO	27-03-1965	2703.00	bevestiging
SRM-03	SCHERMER	113115	513535	AMO	27-06-1965	2681.00	bevestiging
STM-01	STARMEER	113839	506670	AMO	01-10-1974	2884.00	exploratie
TWI-01	TWISK	131080	527502	PET	08-10-1980	2657.01	exploratie
URS-01	URSEM	120917	516453	NAM	21-12-1964	2184.00	exploratie
WAH-01	WARMERHUIZEN	110835	525958	NAM	28-12-1949	1345.00	exploratie
WAK-01	WARMERHUIZEN-KRABBEDAM	109852	526900	AMO	20-10-1964	2447.00	exploratie
WIM-01	WIMMENUM-EGMOND	104051	516001	NAM	09-11-1963	2116.00	exploratie
WRW-01	WIERINGERWAARD 1	117524	539022	PET	27-04-1986	2645.00	exploratie
ZWA-01	ZWAAG	132339	519643	PHI	01-10-1964	2175.00	exploratie

Deelgebied-2 en 3 (in zuidwestelijk Nederland)

BEN-01	BENTHUIZEN	98249	454299	NAM	23-04-1948	724.50	exploratie
BLE-01	BLEISWIJK	96265	447999	NAM	25-02-1948	889.50	exploratie
BRK-01	BERKEL	90641	442389	NAM	24-02-1952	2988.00	exploratie
BRK-02	BERKEL	90710	442155	NAM	18-03-1953	3117.50	
BRK-03	BERKEL	91711	442155	NAM	11-10-1955	1571.00	
BRK-04	BERKEL	91342	440872	NAM	06-02-1977	2050.00	
BRK-05	BERKEL	91344	440867	NAM	00-11-1978	1790.00	bevestiging
BRK-05-S1	BERKEL 5 SIDETRACK	91344	440867	NAM	00-11-1978	1755.00	bevestiging
BRK-06	BERKEL	91345	440863	NAM	01-05-1980	830.00	ontwikkeling
BRK-07	BERKEL	91347	440858	NAM	00-05-1980	2278.00	bevestiging
BRK-08	BERKEL	91349	440853	NAM	21-08-1980	2121.00	bevestiging
BRK-08-S1	BERKEL	91349	440853	NAM	09-11-1980	1920.00	ontwikkeling
BRK-09	BERKEL	91350	440848	NAM	00-10-1980	1550.00	ontwikkeling
BRK-10	BERKEL	91339	440882	NAM	00-04-1981	1680.00	bevestiging
BRK-11	BERKEL	91340	440877	NAM	01-06-1981	1935.00	bevestiging
BRK-12	BERKEL	91337	440886	NAM	00-07-1981	1852.00	bevestiging
BRK-13	BERKEL 13	91363	440962	NAM	01-08-1984	1366.00	ontwikkeling
BRK-14	BERKEL 14	91363	440972	NAM	01-08-1984	1555.00	ontwikkeling
BRK-15	BERKEL 15	91363	440982	NAM	01-09-1984	1555.00	ontwikkeling
BRK-16	BERKEL 16	91362	440942	NAM	01-10-1984	1645.00	ontwikkeling
BRK-17	BERKEL 17	91364	441032	NAM	30-10-1984	1440.00	ontwikkeling
BRK-18	BERKEL 18	91364	441012	NAM	01-11-1984	1367.00	ontwikkeling
BRK-19	BERKEL 19	91364	441002	NAM	01-12-1984	1343.00	ontwikkeling
BRK-20	BERKEL 20	91362	440922	NAM	15-12-1984	1415.00	ontwikkeling
BRK-21	BERKEL 21	91364	441027	NAM	15-09-1985	1445.00	ontwikkeling
BRK-22	BERKEL 22	91363	440957	NAM	10-10-1985	1431.00	ontwikkeling

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v. Amersf.)					
		X	Y				
BRT-01	BARENDRECHT 1	94682	428862	NAM	01-08-1984	3365.00	exploratie
BTL-01	BOTLEK 1	81928	431631	NAM	01-05-1984	3290.00	exploratie
CAP-01	CAPELLE 1	99250	441507	NAM	28-07-1985	3700.00	exploratie
DEL-01	DELFT	83005	448319	NAM	19-06-1944	765.00	exploratie
DEL-02	DELFT	83366	447765	NAM	26-11-1947	1844.00	exploratie
DEL-03	DELFT	84248	446176	NAM	29-09-1953	2200.00	exploratie
DEL-04	DELFT	84164	446369	NAM	29-06-1954	1160.00	
DEL-05	DELFT	83181	447840	NAM	08-08-1954	1689.00	
DEL-05-A	DELFT	83181	447840	NAM	08-08-1954	1192.50	
DEL-06	DELFT	82735	446916	NAM	25-11-1954	1271.00	
DEL-07	DELFT	85076	446483	NAM	03-01-1955	1202.00	
EHV-01	EEMHAVEN	87365	433931	NAM	02-03-1966	2803.00	exploratie
GAG-01	GAAG	75888	441184	NAM	22-11-1971	3659.00	exploratie
GAG-02	GAAG	75893	441187	NAM		3260.00	
HAG-01	DEN HAAG	77113	452159			2128.00	
HAG-02	DEN HAAG	76209	455165			2661.00	
HVS-01	HELLEVOETSLUIS	71216	430535	NAM	01-03-1969	3841.00	exploratie
IJS-01	IJSSELMONDE	96696	434368	NAM		1787.00	
IJS-02	IJSSELMONDE	96384	434434	NAM	18-11-1956	1020.00	ontwikkeling
IJS-02-S1	IJSSELMONDE 2 SIDETRACK (VANAF 810 M)	96384	434434	NAM	08-05-1977	1009.50	ontwikkeling
IJS-03	IJSSELMONDE	97094	434284	NAM		2132.00	
IJS-04	IJSSELMONDE	96143	434384	NAM	02-03-1957	1060.00	ontwikkeling
IJS-04-S1	IJSSELMONDE 4 SIDETRACK (VANAF 757)	96143	434384	NAM	24-03-1980	1103.50	ontwikkeling
IJS-05	IJSSELMONDE	96926	434036	NAM		1070.00	
IJS-06	IJSSELMONDE	96921	434036	NAM		558.00	
IJS-07	IJSSELMONDE	96670	434047	NAM	29-09-1957	1066.50	ontwikkeling
IJS-07-S1	IJSSELMONDE 7 SIDETRACK (VANAF 827)	96670	434047	NAM	02-12-1977	1003.50	ontwikkeling
IJS-08	IJSSELMONDE	95857	434356	NAM		1200.00	
IJS-09	IJSSELMONDE	95859	434360	NAM	07-08-1958	1125.00	ontwikkeling
IJS-09-S1	IJSSELMONDE 9 SIDETRACK (VANAF 834)	95859	434360	NAM	25-08-1980	1179.00	ontwikkeling
IJS-10	IJSSELMONDE	97702	433562	NAM		1020.00	
IJS-10-S1	IJSSELMONDE	97702	433562	NAM		1020.00	
IJS-11	IJSSELMONDE	97766	433761	NAM		1067.00	
IJS-12	IJSSELMONDE 12	97966	433304	NAM	26-11-1958	1020.00	ontwikkeling
IJS-12-S1	IJSSELMONDE 12 SIDETRACK (VANAF 765 M)	97966	433304	NAM	25-02-1980	1018.30	ontwikkeling
IJS-13	IJSSELMONDE	97315	433784	NAM	11-12-1958	1020.00	ontwikkeling
IJS-14	IJSSELMONDE	95800	434806	NAM		1976.50	
IJS-15	IJSSELMONDE	95804	434806	NAM	30-10-1959	1128.00	ontwikkeling
IJS-15-S1	IJSSELMONDE 15 SIDETRACK (VANAF 840 M)	95804	434806	NAM	16-11-1959	1040.70	ontwikkeling
IJS-15-S2	IJSSELMONDE 15 SIDETRACK 2 (VANAF 809 M)	95804	434806	NAM	20-03-1967	1128.00	ontwikkeling
IJS-15-S3	IJSSELMONDE 15 SIDETRACK 3 (VANAF 425 M)	95804	434806	NAM	01-06-1977	1039.00	ontwikkeling
IJS-16	IJSSELMONDE	97514	433195	NAM		1911.50	
IJS-17	IJSSELMONDE	96921	434031	NAM		1615.00	
IJS-18	IJSSELMONDE	95812	434805	NAM		1240.00	
IJS-19	IJSSELMONDE	96148	434383	NAM		1260.00	
IJS-20	IJSSELMONDE	96921	434041	NAM	10-12-1959	1173.00	ontwikkeling
IJS-20-S1	IJSSELMONDE 20 SIDETRACK 1 (VANAF 872 M)	96921	434041	NAM	05-06-1978	1085.90	ontwikkeling
IJS-20-S2	IJSSELMONDE 20 SIDETRACK 2 (VANAF 769 M)	96921	434041	NAM	02-05-1982	1047.90	ontwikkeling
IJS-21	IJSSELMONDE	96670	434052	NAM	06-01-1960	1500.00	ontwikkeling
IJS-22	IJSSELMONDE	96153	434386	NAM		1060.00	
IJS-22-A	IJSSELMONDE	96153	434386	NAM		1025.00	
IJS-22-B	IJSSELMONDE 22B	98153	434387	NAM	01-01-1985	1106.00	ontwikkeling
IJS-23	IJSSELMONDE	96394	434437	NAM	29-01-1960	1096.00	ontwikkeling
IJS-23-S1	IJSSELMONDE 23 SIDETRACK (VANAF 498 M)	96394	434437	NAM	12-01-1984	740.40	ontwikkeling
IJS-24	IJSSELMONDE	97094	434280	NAM		1040.50	

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.)					
		X	Y				
IJS-25	IJSSELMONDE	96389	434435	NAM	02-03-1960	463.00	ontwikkeling
IJS-26	IJSSELMONDE 26	96669	434056	NAM		1600.00	
IJS-27	IJSSELMONDE	95812	434805	NAM		1042.80	
IJS-28	IJSSELMONDE	95808	434806	NAM	05-05-1960	1049.40	ontwikkeling
IJS-28-S1	IJSSELMONDE 28 SIDETRACK (VANAF 571 M)	95808	434806	NAM	13-08-1977	1087.40	ontwikkeling
IJS-29	IJSSELMONDE	95804	434798	NAM	29-05-1960	1012.50	ontwikkeling
IJS-29-S1	IJSSELMONDE 29 SIDETRACK (VANAF 830 M)	95804	434798	NAM	10-05-1977	1020.50	ontwikkeling
IJS-30	IJSSELMONDE	97179	433651	NAM	18-06-1960	1600.00	
IJS-31	IJSSELMONDE	97177	433648	NAM	19-07-1960	1025.50	ontwikkeling
IJS-31-S2	IJSSELMONDE 31 SIDETRACK 2 (VANAF 826 M)	97177	433648	NAM	18-03-1982	1185.10	ontwikkeling
IJS-31-S3	IJSSELMONDE 31 SIDETRACK 3 (VANAF 644)	97177	433648	NAM	03-04-1982	1069.30	ontwikkeling
IJS-32	IJSSELMONDE	98181	433408	NAM	05-08-1960	1030.00	ontwikkeling
IJS-32-S1	IJSSELMONDE 32 SIDETRACK (VANAF 749 M)	98181	433408	NAM	26-09-1977	1078.00	ontwikkeling
IJS-33	IJSSELMONDE	96849	433694	NAM	19-08-1960	1050.00	ontwikkeling
IJS-33-S1	IJSSELMONDE 33 SIDETRACK (VANAF 778 M)	96849	433694	NAM	21-06-1982	1153.00	ontwikkeling
IJS-34	IJSSELMONDE	98182	433404	NAM	21-08-1960	1040.00	ontwikkeling
IJS-34-S1	IJSSELMONDE 34 SIDETRACK (VANAF 807 M)	98182	433404	NAM	06-04-1979	1098.70	ontwikkeling
IJS-35	IJSSELMONDE	96851	433698	NAM	10-09-1960	1050.00	ontwikkeling
IJS-35-S1	IJSSELMONDE 35 SIDETRACK (VANAF 778 M)	96851	433698	NAM	10-09-1960	1028.20	ontwikkeling
IJS-36	IJSSELMONDE	97496	433732	NAM	24-09-1960	1574.00	ontwikkeling
IJS-36-S1	IJSSELMONDE 36 SIDETRACK (VANAF 936 M)	97496	433732	NAM	27-06-1979	1076.10	ontwikkeling
IJS-36-S2	IJSSELMONDE 36 2DE SIDETRACK	97496	433732	NAM	10-04-1987		ontw./bevest.
IJS-37	IJSSELMONDE	97847	433206	NAM	25-03-1961	1600.00	ontwikkeling
IJS-37-S1	IJSSELMONDE 37 SIDETRACK (VANAF 776 M)	97847	433206	NAM	25-03-1977	1066.10	ontwikkeling
IJS-38	IJSSELMONDE	98133	433608	NAM	10-05-1961	1600.00	ontwikkeling
IJS-38-S1	IJSSELMONDE 38 SIDETRACK (VANAF 589 M)	98133	433608	NAM	12-12-1980	1018.60	ontwikkeling
IJS-39	IJSSELMONDE	97117	434087	NAM		1600.00	
IJS-40	IJSSELMONDE	97113	434086	NAM	13-08-1961	1055.10	ontwikkeling
IJS-40-S2	IJSSELMONDE 40 SIDETRACK (VANAF 771 M)	97113	434086	NAM	27-09-1978	1055.10	ontwikkeling
IJS-41-S1	IJSSELMONDE	98132	433611	NAM	03-09-1961	1640.00	ontwikkeling
IJS-42	IJSSELMONDE	98271	433030	NAM		1059.00	
IJS-43	IJSSELMONDE	98272	433027	NAM	14-11-1961	1600.00	ontwikkeling
IJS-43-S1	IJSSELMONDE	98272	433027	NAM	23-08-1977	1932.00	ontwikkeling
IJS-44	IJSSELMONDE 44	97559	435500	NAM	20-11-1961	1026.20	ontwikkeling
IJS-44-S1	IJSSELMONDE 44 SIDETRACK (VANAF 854 M)	97559	433500	NAM	16-05-1974	1022.40	ontwikkeling
IJS-44-S2	IJSSELMONDE 44 SIDETRACK 2 (VANAF 501 M)	97559	433500	NAM	16-02-1984	1099.40	ontwikkeling
IJS-45	IJSSELMONDE	97704	433556	NAM	26-06-1962	1055.00	ontwikkeling
IJS-45-S1	IJSSELMONDE 45 SIDETRACK (VANAF 515 M)	97704	433556	NAM	14-10-1967	1105.00	ontwikkeling
IJS-46	IJSSELMONDE	96669	434060	NAM		1072.00	
IJS-47	IJSSELMONDE	97843	433207	NAM		1689.00	
IJS-48	IJSSELMONDE	97850	433205	NAM	20-11-1962	1639.00	ontwikkeling
IJS-48-S1	IJSSELMONDE	97850	433205	NAM	20-11-1962	1045.60	ontwikkeling
IJS-49	IJSSELMONDE	98270	433034	NAM	19-12-1962	1656.00	ontwikkeling
IJS-49-S1	IJSSELMONDE	98270	433034	NAM	19-12-1963	1082.90	ontwikkeling
IJS-50	IJSSELMONDE	95646	435168	NAM		1090.00	
IJS-51-S1	IJSSELMONDE 51 (ST VANAF 525 VANUIT IJS5	95646	435168	NAM	04-03-1963	1633.00	ontwikkeling
IJS-52	IJSSELMONDE	98269	433038	NAM		1053.00	
IJS-52-A	IJSSELMONDE 52 SIDETRACK	98269	433038	NAM	16-01-1986	1158.20	ontwikkeling
IJS-53	IJSSELMONDE	97850	433205	NAM		1075.00	
IJS-54	IJSSELMONDE	95800	434798	NAM	02-02-1977	1144.00	ontwikkeling
IJS-54-S1	IJSSELMONDE 54 SIDETRACK (VANAF 682 M)	95800	434798	NAM	23-03-1977	1122.00	ontwikkeling
IJS-55	IJSSELMONDE	97702	433562	NAM		1892.00	
IJS-56	IJSSELMONDE	97175	433645	NAM		1161.00	
IJS-57	IJSSELMONDE	97491	433720	NAM	13-12-1980	1132.00	ontwikkeling
IJS-57-S1	IJSSELMONDE 57 SIDETRACK (VANAF 765 M)	97491	433720	NAM	02-02-1981	1649.00	ontwikkeling

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.) X	Y				
IJS-58	IJSSELMONDE	96927	434041	NAM		1733.00	
IJS-59	IJSSELMONDE	96927	434030	NAM	00-04-1981	1155.00	ontwikkeling
IJS-60	IJSSELMONDE	96165	434382	NAM		1138.50	
IJS-61	IJSSELMONDE	96379	434433	NAM		1170.00	
IJS-62	IJSSELMONDE	96375	434432	NAM		1142.00	
IJS-63	IJSSELMONDE	96170	434383	NAM		1577.00	
IJS-64	IJSSELMONDE 64	95615	435214	NAM	23-11-1984	2711.00	exploratie
IJS-64-S1	IJSSELMONDE SIDETRACK 1 (VANAF 1457 M)	95615	435214	NAM	23-11-1984	2905.00	exploratie
IJS-64-S2	IJSSELMONDE SIDETRACK 2 (VANAF 2789 M)	95615	435214	NAM	23-11-1984	3655.00	exploratie
KDZ-01	KIJKDUIN- ZEE 1	70806	455314	NAM	04-09-1961	1916.00	exploratie
KDZ-02	KIJKDUIN - ZEE 2	71000	454374	NAM	21-04-1986	3775.00	exploratie
LED-01	LEIDSCHENDAM	87180	453807	NAM	13-12-1955	1866.50	exploratie
LED-02	LEIDSCHENDAM	87795	453566	NAM	09-10-1957	1325.00	exploratie
LED-03	LEIDSCHENDAM	88667	456781	NAM	31-10-1972	1170.00	exploratie
LIR-01	DE LIER	74801	443936	NAM	20-06-1955	2136.00	exploratie
LIR-02	DE LIER	75244	443935	NAM	02-08-1956	2475.00	ontwikkeling
LIR-03	DE LIER	74375	444036	NAM		1936.50	
LIR-04	DE LIER	75715	444022	NAM		1720.00	
LIR-05	DE LIER	74946	444366	NAM		1680.00	
LIR-06	DE LIER	75716	443022	NAM		1797.50	
LIR-07	DE LIER	75368	444237	NAM	29-03-1957	1720.00	ontwikkeling
LIR-08	DE LIER	75542	444367	NAM		1755.00	
LIR-09	DE LIER	73737	446847	NAM		1860.50	
LIR-10	DE LIER	75239	443929	NAM		1910.00	
LIR-11	DE LIER	75479	444029	NAM		1791.00	
LIR-12	DE LIER	75478	444029	NAM		1765.00	
LIR-13	DE LIER	75814	444304	NAM		1833.00	
LIR-14	DE LIER	77220	444044	NAM	02-11-1957	1769.00	ontwikkeling
LIR-15	DE LIER	76452	444766	NAM		1766.00	
LIR-15-A	DE LIER	76453	444766	NAM		1628.00	
LIR-16	DE LIER	75133	444653	NAM		1835.00	
LIR-17	DE LIER	74774	445752	NAM	06-03-1958	1876.50	ontwikkeling
LIR-18	DE LIER 18 (OBSERVATIE)	74558	444688	NAM		1530.00	
LIR-19	DE LIER	74551	444687	NAM		2028.00	
LIR-20	DE LIER 20 (OBSERVATIE)	73162	447011	NAM		1820.00	
LIR-21	DE LIER	74544	444686	NAM		1800.00	
LIR-22	DE LIER	74537	444685	NAM		1792.00	
LIR-23	DE LIER	73394	445709	NAM		1500.00	
LIR-23-A	DE LIER 23	73394	445709	NAM		1825.00	
LIR-24	DE LIER	72606	448573	NAM	22-10-1958	1726.00	ontwikkeling
LIR-24-A	DE LIER 24 SIDETRACK (OBSERVATIE)	72606	448573	NAM		1835.00	
LIR-25	DE LIER 25 (OBSERVATIE)	73454	446742	NAM		1840.00	ontwikkeling
LIR-26	DE LIER 26	73451	446746	NAM		1850.00	ontwikkeling
LIR-27	DE LIER 27 (OBSERVATIE)	73456	446737	NAM		1880.00	ontwikkeling
LIR-28	DE LIER 28 (OBSERVATIE)	73459	446733	NAM		1873.00	ontwikkeling
LIR-29	DE LIER	75253	443943	NAM		1450.50	
LIR-30	DE LIER	74542	444361	NAM		1420.00	
LIR-31	DE LIER	76143	443783	NAM		1785.00	
LIR-32	DE LIER	76147	443784	NAM		1791.00	
LIR-33	DE LIER 33	76138	443781	NAM		1820.00	
LIR-34	DE LIER	73014	447236	NAM		1850.00	
LIR-35	DE LIER 35	75037	445289	NAM	29-07-1963	1845.00	ontwikkeling
LIR-36	DE LIER 36	74329	444982	NAM		1775.00	
LIR-37	DE LIER	75037	445294	NAM	19-02-1965	1830.00	ontwikkeling
LIR-38	DE LIER	75133	444657	NAM		1870.00	
LIR-39	DE LIER	76656	443053	NAM		1815.00	

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.)					
		X	Y				
LIR-40	DE LIER	74943	444364	NAM		2010.00	
LIR-41	DE LIER	76658	443047	NAM		1838.00	
LIR-42	DE LIER 42	76661	443043	NAM		1820.00	
LIR-43	DE LIER 43	73017	447232	NAM		1862.00	
LIR-44	DE LIER 44	73020	447228	NAM	00-03-1980	1813.00	ontwikkeling
LIR-45	DE LIER	75134	444647	NAM		3915.01	ontwikkeling
LIR-46	DE LIER	75368	444237	NAM		1745.00	
LIR-46-S1	DE LIER	75368	444237	NAM		1745.00	
LIR-47	DE LIER 47	75134	444642	NAM	11-05-1984	1924.00	ontwikkeling
LIR-48	DE LIER 48	76654	443057	NAM	06-06-1984	1850.00	ontwikkeling
LIR-49	DE LIER 49	76651	443061	NAM	04-07-1984	1870.00	ontwikkeling
LOD-01	LOOSDUINEN	78825	451796	NAM		1518.00	
MED-01	MEYENDEL	83622	460688	NAM	06-10-1958	1726.00	exploratie
MED-02	MEYENDEL	83636	460681	NAM	13-12-1961	1321.00	exploratie
MED-03	MEYENDEL	83631	460684	NAM	11-01-1962	1451.00	ontwikkeling
MED-04	MEYENDEL	83631	460684	NAM	10-02-1962	1322.00	ontwikkeling
MED-05	MEYENDEL 5	83627	460686	NAM	27-02-1962	1406.00	ontwikkeling
MKP-01	MOERKAPELLE 1	98895	451350	NAM	23-03-1957	1460.00	exploratie
MKP-03	MOERKAPELLE 3	98581	450635	NAM	20-11-1957	1215.00	ontwikkeling
MKP-08	MOERKAPELLE	98854	450944	NAM	19-09-1967	960.00	ontwikkeling
MKP-09	MOERKAPELLE 9	98849	450943	NAM	30-09-1967	900.00	ontwikkeling
MKP-09-S1	MOERKAPELLE 9 SIDETRACK (VANAF 320 M)	98849	450943	NAM	30-09-1967	1160.00	ontwikkeling
MKP-10	MOERKAPELLE	98032	451845	NAM	08-09-1977	1260.00	bevestiging
MKP-11	MOERKAPELLE	98034	451849	NAM	22-10-1977	1164.00	bevestiging
MKP-12	MOERKAPELLE	98038	451858	NAM	08-03-1978	1225.00	ontwikkeling
MKP-12-S1	MOERKAPELLE 12 1STE SIDETR.(VANAF 311 M)	98038	451858	NAM	09-09-1984	910.00	ontwikkeling
MKP-13	MOERKAPELLE	99685	449826	NAM	00-06-1979	1327.00	bevestiging
MKP-14	MOERKAPELLE 14	97450	452330	NAM	22-09-1984	2820.00	ontwikkeling
MKP-15	MOERKAPELLE 15	97404	452374	NAM	01-11-1983	1170.00	bevestiging
MKP-16	MOERKAPELLE 16	96269	452703	NAM	01-12-1983	1525.00	bevestiging
MNT-01	MIENT	77675	453740	NAM		464.00	
MON-01	MONSTER	71802	449955	NAM		2147.51	
MON-02	MONSTER 2 (TERUGGEPLUGD TOT 2260)	71825	449956	NAM	09-03-1982	3030.01	exploratie
MON-02-A	MONSTER 2 HOLE 2 (VANAF 2260)	71825	449956	NAM	09-03-1982	3034.01	exploratie
OBL-01	OUD-BEYERLAND 1	89109	426927	NAM	30-04-1985	2714.00	exploratie
OLE-01	OUDE LEDE	87222	443813	NAM	19-08-1959	1868.00	exploratie
PNA-01	PIJNACKER	87190	450590	NAM	01-09-1944	86.00	exploratie
PNA-02	PIJNACKER 2	86521	449436	NAM	21-12-1954	1958.80	ontwikkeling
PNA-03	PIJNACKER	86902	449307	NAM	28-10-1955	1841.50	ontwikkeling
PNA-04	PIJNACKER	86111	449538	NAM	15-05-1956	1900.00	ontwikkeling
PNA-04-A-S1	PIJNACKER 4 SIDETRACK	86111	449538	NAM	01-03-1956	1843.00	ontwikkeling
PNA-04-S2	PIJNACKER 4 2DE SIDETR. (VANAF 638 M)	86111	449538	NAM	19-11-1981	1945.00	ontwikkeling
PNA-05	PIJNACKER	86789	449725	NAM		2003.50	
PNA-06	PIJNACKER	87135	449097	NAM		1841.00	
PNA-07	PIJNACKER	86768	449286	NAM		1835.00	
PNA-08	PIJNACKER	87538	449012	NAM		2058.50	
PNA-09	PIJNACKER	86116	449802	NAM		1850.00	
PNA-10	PIJNACKER	86707	449184	NAM		1840.00	
PNA-11	PIJNACKER	85913	450095	NAM		1941.00	
PNA-12	PIJNACKER	86703	449181	NAM	18-04-1967	1893.50	
PNA-13	PIJNACKER 13	86517	449433	NAM	29-09-1977	2500.00	ontwikkeling
PNA-14	PIJNACKER 14	86711	449186	NAM	09-08-1985	1910.00	bevestiging
RKK-01	RIDDERKERK 1 (OBSERVATIE)	99569	433488	NAM		2424.50	
RKK-02	RIDDERKERK	98763	433335	NAM	28-05-1957	2161.00	ontwikkeling
RKK-03	RIDDERKERK 3	99561	433202	NAM		1712.50	
RKK-04	RIDDERKERK 4	98726	433057	NAM	05-12-1957	1050.00	ontwikkeling

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.) X	Y				
RKK-04-S1	RIDDERKERK 4 1STE SIDETR.(VANAF 696 M)	98726	433057	NAM	02-03-1967	1061.30	ontwikkeling
RKK-04-S2	RIDDERKERK 4 2DE SIDETR.(VANAF 626 M)	98726	433057	NAM	22-04-1980	1074.90	ontwikkeling
RKK-05	RIDDERKERK	98334	433509	NAM		1062.00	
RKK-06	RIDDERKERK	98427	433099	NAM	19-06-1959	1548.00	ontwikkeling
RKK-06-S1	RIDDERKERK 6 (1STE SIDETR.(VANAF 279 M)	98427	433099	NAM	07-08-1985	1110.00	ontwikkeling
RKK-07	RIDDERKERK	98425	433092	NAM	24-07-1959	2111.00	ontwikkeling
RKK-07-S1	RIDDERKERK 7 1STE SIDETR.(VANAF 924 M)	98425	433092	NAM	31-05-1976	1047.00	ontwikkeling
RKK-07-S2	RIDDERKERK 7 2DE SIDETR.(VANAF 395 M)	98425	433092	NAM	03-07-1985	1102.00	ontwikkeling
RKK-08	RIDDERKERK	98428	433105	NAM		1325.00	
RKK-09	RIDDERKERK	98430	433111	NAM	30-09-1959	1031.00	ontwikkeling
RKK-09-A	RIDDERKERK 9 SIDETRACK	98430	433111	NAM	30-05-1985	1038.50	ontwikkeling
RKK-10	RIDDERKERK	98651	432597	NAM	18-10-1959	1568.00	ontwikkeling
RKK-10-S1	RIDDERKERK 10 1STE SIDETR.(VANAF 335 M)	98651	432597	NAM	25-11-1983	1343.00	ontwikkeling
RKK-11	RIDDERKERK 11	99495	432862	NAM	06-12-1959	2080.00	
RKK-12	RIDDERKERK	98727	433062	NAM	06-02-1960	1055.00	ontwikkeling
RKK-12-S1	RIDDERKERK 12 1STE SIDETR (VANAF 687 M)	98727	433062	NAM	28-05-1967	1120.00	ontwikkeling
RKK-12-S3	RIDDERKERK 12 3DE SIDETR.(VANAF 443 M)	98727	433062	NAM	23-12-1985	1148.90	ontwikkeling
RKK-13	RIDDERKERK	99972	433322	NAM		1695.00	
RKK-14	RIDDERKERK 14	98728	433066	NAM	25-07-1960	1055.00	ontwikkeling
RKK-14-S1	RIDDERKERK 14 1STE SIDETR.(VANAF 809 M)	98728	433066	NAM	16-05-1967	1010.00	ontwikkeling
RKK-14-S2	RIDDERKERK 14 2DE SIDETR.(VANAF 502 M)	98728	433066	NAM	28-04-1984	1101.00	ontwikkeling
RKK-15	RIDDERKERK	98768	433334	NAM	22-12-1961	1124.50	ontwikkeling
RKK-15-S1	RIDDERKERK 15 1STE SIDETR.(VANAF 815 M)	98768	433334	NAM	05-02-1981	1046.10	ontwikkeling
RKK-15-S2	RIDDERKERK 15 2DE SIDETR.(VANAF 387 M)	98768	433334	NAM	04-09-1985	1124.50	ontwikkeling
RKK-16	RIDDERKERK	99024	432887	NAM		1587.00	
RKK-17	RIDDERKERK	98729	433072	NAM	25-02-1962	1074.00	ontwikkeling
RKK-17-S1	RIDDERKERK 17 SIDETR.(VANAF 861 M)	98729	433072	NAM	13-10-1980	1124.10	ontwikkeling
RKK-17-S2	RIDDERKERK 17 2DE SIDETR (VANAF 794 M)	98729	433072	NAM	13-10-1980	1058.10	ontwikkeling
RKK-18	RIDDERKERK	99327	433095	NAM	25-05-1962	1695.00	ontwikkeling
RKK-19	RIDDERKERK	98725	433054	NAM		1650.00	
RKK-20	RIDDERKERK	98760	435336	NAM		1665.00	
RKK-22	RIDDERKERK	99568	433483	NAM	03-10-1964	1141.00	
RKK-23	RIDDERKERK	98731	433077	NAM		1060.00	
RKK-23-A	RIDDERKERK 23 ST	98731	433077	NAM	21-09-1985	1151.00	ontwikkeling
RKK-24	RIDDERKERK	98724	433004	NAM	00-01-1979	1100.00	ontwikkeling
RKK-24-A	RIDDERKERK 24 ST	98724	433004	NAM	29-11-1985	1113.00	ontwikkeling
RKK-25	RIDDERKERK	98723	433044	NAM	00-02-1979	1069.00	ontwikkeling
RKK-26	RIDDERKERK	98431	433116	NAM	00-03-1979	1591.00	ontwikkeling
RKK-27	RIDDERKERK	98432	430121	NAM	00-04-1979	1832.00	ontwikkeling
RKK-28	RIDDERKERK	98334	433504	NAM	00-05-1979	1147.00	ontwikkeling
RKK-29	RIDDERKERK	99025	432892	NAM	01-08-1981	1645.00	ontwikkeling
RKK-29-S1	RIDDERKERK 29 SIDETRACK	99025	432892	NAM	06-01-1987	1098.00	ontwikkeling
RKK-30	RIDDERKERK 30	98713	433067	NAM	12-02-1987	1620.00	ontwikkeling
RTD-01	ROTTERDAM SCHULPWEG 1	90846	432582	NAM	01-05-1984	3305.00	exploratie
RTD-01-S1	ROTTERDAM 1 SIDETRACK	90846	432582	NAM	09-11-1985	2000.00	bevestiging
RTD-02	ROTTERDAM SCHULPWEG 2	90850	432592	NAM	01-08-1984	2380.00	ontwikkeling
RWK-01	RIJSWIJK	81065	449086	NAM	20-10-1952	2575.00	exploratie
RWK-02	RIJSWIJK	81027	449147	NAM	13-03-1953	1562.00	exploratie
RWK-03	RIJSWIJK	80960	448912	NAM	08-09-1953	1545.00	exploratie
RWK-04	RIJSWIJK	80809	449715	NAM	31-10-1953	2030.50	exploratie
RWK-05	RIJSWIJK	80757	448933	NAM	06-03-1954	1574.00	exploratie
RWK-06	RIJSWIJK	81057	448695	NAM	21-04-1954	1780.00	exploratie
RWK-07	RIJSWIJK	81178	448884	NAM	17-11-1954	1547.00	ontwikkeling
RWK-08	RIJSWIJK	80849	449087	NAM	10-03-1955	1545.50	ontwikkeling
RWK-09	RIJSWIJK	81521	448906	NAM	28-07-1955	1544.00	ontwikkeling
RWK-10	RIJSWIJK	80649	449136	NAM	02-09-1955	1549.50	ontwikkeling

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.) X	Y				
RWK-11	RIJSWIJK	81364	448764	NAM	30-09-1955	1545.50	ontwikkeling
RWK-12	RIJSWIJK	80912	448835	NAM	12-04-1956	1652.00	ontwikkeling
RWK-13	RIJSWIJK	81898	449063	NAM		1636.60	
RWK-14	RIJSWIJK	81586	448769	NAM		1570.00	
RWK-15	RIJSWIJK	81271	448943	NAM		1570.00	
RWK-16	RIJSWIJK	81587	448766	NAM		1608.00	
RWK-17	RIJSWIJK	80777	449435	NAM		1560.00	
SCL-01	SCHIPLUIDEN	82103	445586	NAM		1466.50	
SPK-01	SPIJKENISSE	81723	428256	NAM	28-01-1960	3276.00	exploratie
WAS-01	WASSENAAR	85292	457046	NAM	02-01-1956	1369.00	exploratie
WAS-02	WASSENAAR	84907	457374	NAM	25-11-1956	1330.50	ontwikkeling
WAS-02-S1	WASSENAAR 4 SIDETRACK (VANAF 492 M)	84907	457374	NAM	04-10-1983	1340.20	ontwikkeling
WAS-03	WASSENAAR	84371	457238	NAM	03-12-1956	1384.50	ontwikkeling
WAS-04	WASSENAAR 4	85289	457048	NAM	28-12-1956	1360.00	ontwikkeling
WAS-04-S1	WASSENAAR 4 SIDETRACK (VANAF 474 M)	85289	457048	NAM	13-04-1983	1375.60	ontwikkeling
WAS-05	WASSENAAR	84799	457730	NAM	27-04-1957	1340.00	ontwikkeling
WAS-06	WASSENAAR	84795	457737	NAM	14-11-1957	1320.50	ontwikkeling
WAS-06-S1	WASSENAAR 6 SIDETRACK (VANAF 487 M)	84795	457737	NAM	17-05-1983	1366.00	ontwikkeling
WAS-07-S1	WASSENAAR 7 ST (VANAF 249 M)	84911	457367	NAM	02-01-1958	1355.00	ontwikkeling
WAS-07-S2	WASSENAAR 7 SIDETRACK (VANAF 486)	84911	457367	NAM	10-05-1984	1320.60	ontwikkeling
WAS-08	WASSENAAR	84903	457380	NAM	08-02-1958	1355.00	ontwikkeling
WAS-08-A	WASSENAAR 8 ST	84903	457380	NAM	27-03-1985	1363.70	ontwikkeling
WAS-09	WASSENAAR	84376	457232	NAM	14-03-1958	1420.60	ontwikkeling
WAS-09-S1	WASSENAAR 9 SIDETRACK (VANAF 514 M)	84376	457232	NAM	06-11-1982	1420.60	ontwikkeling
WAS-10	WASSENAAR	84898	457386	NAM		1320.00	
WAS-11	WASSENAAR	84898	457386	NAM	11-04-1958	1400.50	ontwikkeling
WAS-11-S1	WASSENAAR 1 SIDETRACK (VANAF 699 M)	84898	457386	NAM	11-10-1982	1277.60	ontwikkeling
WAS-12	WASSENAAR	84916	457361	NAM		1350.00	
WAS-13	WASSENAAR	84791	457743	NAM		1345.00	
WAS-14	WASSENAAR	84787	457749	NAM		1345.00	
WAS-15	WASSENAAR	84783	457755	NAM		1350.00	
WAS-16	WASSENAAR	85294	457041	NAM		1330.00	
WAS-17	WASSENAAR	84384	458065	NAM		1312.00	
WAS-18	WASSENAAR	84384	458064	NAM		1343.00	
WAS-19-S1	WASSENAAR 19 ST 1 (VANAF 246 M)	84381	458067	NAM	19-03-1959	1375.00	ontwikkeling
WAS-20	WASSENAAR	85297	457037	NAM	30-08-1959	1410.00	
WAS-21	WASSENAAR	85300	457033	NAM		1320.00	
WAS-22	WASSENAAR	85303	457029	NAM		1322.50	
WAS-23	WASSENAAR	84837	458390	NAM	26-10-1960	2093.00	
WAS-23-S1	WASSENAAR 23 SIDETRACK (VANAF 1141 M)	84837	458390	NAM	22-04-1976	1330.30	ontwikkeling
WAS-24-S1	WASSENAAR 24	84840	458387	NAM	23-12-1960	1305.00	ontwikkeling
WAS-25	WASSENAAR	84835	458392	NAM		1297.00	
WAS-26	WASSENAAR	84832	458395	NAM		1380.00	
WAS-27	WASSENAAR	85542	456367	NAM		1334.50	
WAS-28	WASSENAAR 28	85540	456369	NAM	17-04-1962	1336.00	ontwikkeling
WAS-28-A	WASSENAAR 28 SIDETRACK	85540	456369	NAM	01-03-1986	1546.50	ontwikkeling
WAS-29	WASSENAAR	84258	458820	NAM		1340.00	
WAS-30	WASSENAAR	85545	456364	NAM		1340.00	
WAS-31	WASSENAAR	85545	456364	NAM		1305.00	
WAS-32	WASSENAAR	84022	459538	NAM		1442.50	
WAS-33	WASSENAAR	84022	459538	NAM		1440.00	
WAS-34	WASSENAAR	84025	459542	NAM		1508.00	
WAS-35	WASSENAAR 35	84025	459542	NAM		1349.50	
WAS-36	WASSENAAR	84028	459546	NAM		1440.00	
WAS-37	WASSENAAR	84032	459459	NAM		1405.00	

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.) X	Y				
WAS-38	WASSENAAR	84263	458824	NAM		1315.00	
WAS-38-A	WASSENAAR 38 ST	84263	458824	NAM	28-02-1985	1337.20	ontwikkeling
WAS-39	WASSENAAR	84785	457764	NAM		1450.00	
WAS-40	WASSENAAR	84018	459534	NAM		1333.00	
WAS-41	WASSENAAR	84035	459553	NAM		1449.00	
WAS-42	WASSENAAR	84038	459557	NAM	17-01-1976	1449.00	ontwikkeling
WAS-42-A	WASSENAAR 42 SIDETRACK (VANAF 550 M)	84038	459557	NAM	05-02-1976	1359.00	ontwikkeling
WAS-43	WASSENAAR 43	84035	459553	NAM		1336.00	
WAS-44	WASSENAAR	84806	457720	NAM	15-12-1977	1535.00	ontwikkeling
WAS-44-S1	WASSENAAR 44 SIDETRACK (VANAF 693 M)	84806	457720	NAM	12-03-1981	1630.00	ontwikkeling
WAS-45	WASSENAAR	85537	456373	NAM	29-10-1982	1450.00	ontwikkeling
WAS-46	WASSENAAR	85533	456377	NAM	20-11-1982	1515.00	
ZOM-01	ZOETERMEER 1	92334	455047	NAM		1305.00	
ZOM-02	ZOETERMEER	92646	454798	NAM		1784.00	
ZOM-03	ZOETERMEER	94265	453648	NAM		1070.00	
ZOM-04	ZOETERMEER 4	92707	454469	NAM		1037.00	
ZOM-05	ZOETERMEER	92712	454470	NAM		1083.00	
ZOM-06	ZOETERMEER 6	92592	455269	NAM	21-10-1958	1200.00	ontwikkeling
ZOM-06-S1	ZOETERMEER 6 SIDETRACK (VANAF 846 M)	92592	455269	NAM	21-11-1982	1237.00	ontwikkeling
ZOM-07	ZOETERMEER 7	92839	455501	NAM		1231.00	
ZOM-08	ZOETERMEER	92117	455492	NAM		1200.00	
ZOM-09	ZOETERMEER	90345	456985	NAM	15-08-1959	1491.50	ontwikkeling
ZOM-10	ZOETERMEER	94275	453644	NAM		1200.00	
ZOM-11	ZOETERMEER	94275	453644	NAM		1090.00	
ZOM-12	ZOETERMEER	92593	455264	NAM	11-06-1963	1205.00	ontwikkeling
ZOM-12-A	ZOETERMEER	92593	455264	NAM		1120.00	
ZOM-13	ZOETERMEER	92647	454793	NAM		1090.00	
ZOM-14	ZOETERMEER	93322	454523	NAM		1180.00	
ZOM-15	ZOETERMEER 15	93321	455528	NAM		1064.00	
ZOM-16	ZOETERMEER	92594	455259	NAM	07-01-1965	1280.00	ontwikkeling
ZOM-17	ZOETERMEER 17	93862	454166	NAM		1163.00	
ZOM-18	ZOETERMEER	93866	454164	NAM		1075.00	
ZOM-19	ZOETERMEER	93871	454162	NAM		1185.00	
ZOM-20	ZOETERMEER	91536	455391	NAM		1195.00	
ZOM-21	ZOETERMEER	92118	455487	NAM		1146.00	
ZOM-22	ZOETERMEER 22	92117	455497	NAM		1098.00	
ZOM-23	ZOETERMEER	94977	453145	NAM		1075.00	
ZOM-24	ZOETERMEER	91100	455644	NAM		1150.00	
ZOM-25	ZOETERMEER 25	91100	455644	NAM		1120.00	
ZOM-26	ZOETERMEER 26	91537	455383	NAM		1225.00	
ZOM-27	ZOETERMEER 27	91539	455378	NAM	00-08-1979	1214.0	ontwikkeling
ZOM-28	ZOETERMEER	93959	454085	NAM	11-10-1979	1275.00	bevestiging
ZOM-29	ZOETERMEER 29	93964	454004	NAM	00-11-1979	1216.0	ontwikkeling
ZOM-30	ZOETERMEER	93968	454082	NAM	27-11-1979	1515.0	bevestiging
ZOM-31	ZOETERMEER 31	93973	454080	NAM	00-01-1980	1120.0	ontwikkeling
ZOM-32	ZOETERMEER	93978	454078	NAM	00-01-1980	1188.0	ontwikkeling
ZOM-33	ZOETERMEER	92303	455056	NAM	00-01-1980	1163.0	ontwikkeling
ZOM-34	ZOETERMEER	92310	455058	NAM	00-02-1980	1295.0	bevestiging
ZOM-35	ZOETERMEER 35	91540	455374	NAM		1210.00	
ZOM-36	ZOETERMEER	91540	455369	NAM		1195.00	
ZOM-37	ZOETERMEER 37	91542	455364	NAM		1215.00	
ZOM-38	ZOETERMEER 38	93323	454518	NAM	01-03-1984	1211.00	
ZOM-39	ZOETERMEER 39	92115	455504	NAM	01-03-1984	1460.00	
ZOM-40	ZOETERMEER 40	91543	455359	NAM	01-10-1984	1145.00	

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v.Amersf.) X	Y				
ALD-01	ALBLASSERDAM	105930	431640	NAM	17-07-1957	1650.00	
BKP-01	BOEIKOP	133693	440855	NAM	04-01-1949	1000.00	exploratie
BLG-01	BLESKENSGRAAF	110216	431552	NAM	09-05-1951	1516.50	exploratie
BLG-02	BLESKENSGRAAF	109269	432015	NAM	27-05-1958	1604.00	exploratie
BUM-01	BUURMALSEN	149852	435103	NAM	28-06-1970	2195.01	exploratie
EVD-01	EVERDINGEN	136997	441189	NAM	06-08-1965	2197.50	exploratie
GOU-02	GOUDA	114240	446700	BPM	01-06-1944	693.80	exploratie
GSD-01	GIESENDAM	115419	426290		22-01-1977	2575.00	bevestiging
HST-01	HAASTRECHT	113475	445258	NAM	08-07-1950	2526.50	exploratie
HST-02	HAASTRECHT	113876	445040	NAM	13-07-1983	2275.00	exploratie
HST-02-S1	HAASTRECHT 2 SIDETRACK (VANAF 619 M)	113876	445040	NAM	13-07-1983	2650.00	exploratie
LEK-01	LEKKERKERK	105002	435640	NAM	22-09-1959	1965.00	exploratie
MKP-04	MOERKAPELLE	102113	446962	NAM	14-12-1958	1725.50	exploratie
MKP-05	MOERKAPELLE	103933	444366	NAM	01-09-1958	1536.50	ontwikkeling
MKP-06	MOERKAPELLE	103936	444369	NAM	07-02-1959	1223.00	ontwikkeling
MKP-07	MOERKAPELLE	103936	444369	NAM	01-03-1959	1500.00	exploratie
MOL-01	MOLENAARSGRAAF	115751	431153	NAM	10-11-1959	1445.00	exploratie
MOL-02	MOLENAARSGRAAF 2	115813	430740	NAM	22-01-1986	3287.00	exploratie
NKK-01	NIEUWEEKERK	102556	440363	NAM		2254.20	
NKK-02	NIEUWEEKERK	102553	440366	NAM		1818.00	
OAS-01	UD-ALBLAS	107974	428370			2177.40	
RKK-21	RIDDERKERK	100919	433350	NAM	02-11-1962	1600.00	
STO-01	STOLWIJK	109300	440800			127.00	

Deelgebied-4 (oostelijk midden-Friesland)

AKM-01	OUDEGA - AKKRUM	194966	570782	CHE	11-05-1965	2491.80	exploratie
AKM-02	OUDEGA - AKKRUM	184158	565633	CHE	09-08-1965	2487.00	bevestiging
AKM-03	OUDEGA - AKKRUM	197572	567726	CHE	29-08-1965	2427.00	bevestiging
AKM-04	OUDEGA - AKKRUM	190110	566266	CHE	06-12-1965	2362.00	bevestiging
AKM-05	OUDEGA - AKKRUM	203796	563559	CHE	18-12-1968	2412.00	exploratie
AKM-06	OUDEGA - AKKRUM	196396	570472	CHE	19-05-1976	1945.00	bevestiging
AKM-07	OUDEGA - AKKRUM	198039	569992	CHE	28-07-1977	2095.00	ontwikkeling
AKM-08	OUDEGA - AKKRUM	194977	570911	CHE	09-06-1977	2002.51	ontwikkeling
AKM-09	OUDEGA - AKKRUM	195420	567260	CHE	20-11-1979	2603.01	bevestiging
AKM-10	OUDEGA - AKKRUM	198030	570011	CHE	08-05-1978	2338.01	ontwikkeling
AKM-11	OUDEGA - AKKRUM	207178	559803	CHE	10-08-1978	2513.00	exploratie
AKM-12	OUDEGA - AKKRUM	197586	567688	CHE	26-10-1978	2688.01	ontwikkeling
AKM-13	OUDEGA - AKKRUM	191820	564543	CHE	12-01-1980	2400.00	exploratie
AKM-14	OUDEGA - AKKRUM	195490	570322	CHE	19-05-1981	2188.01	ontwikkeling
AKM-15	OUDEGA - AKKRUM	208323	567465	CHE	28-11-1981	2144.01	exploratie
AKM-16	OUDEGA - AKKRUM	195500	570359	CHE	13-09-1981	2545.01	ontwikkeling
ALO-01	ALLARDSOOG 1	216924	568460	NAM	24-07-1984	3180.00	exploratie
BRA-01	BOERAKKER 1	219718	578926	NAM	01-10-1984	3262.00	exploratie
DKK-01	DONKERBROEK	212187	564512	CHE	21-07-1981	1968.01	exploratie
DKK-02	DONKERBROEK	212187	564512	CHE	22-07-1981	2143.01	exploratie
ERW-01	EERNEWOUDE	191820	572275	PET	15-10-1965	2479.50	exploratie
GRD-01	GORREDIJK	199765	559431	CHE	19-12-1970	2292.00	exploratie

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		(t.o.v. Amersf.)					
		X	Y				
GRW-01	GROUW	184104	568268	PET	21-10-1979	1980.00	bevestiging
GRW-02	GROUW	183799	569940	PET	25-10-1982	2300.00	exploratie
LEW-01	LEEWARDEN	194974	574284	PET	15-07-1968	1971.50	exploratie
LEW-02	LEEWARDEN	198530	574661	PET	31-08-1968	1947.00	bevestiging
LEW-03	LEEWARDEN	186083	570192	PET	19-10-1968	1973.00	bevestiging
LEW-04	LEEWARDEN	201271	569766	PET	04-12-1968	1952.00	bevestiging
LEW-05	LEEWARDEN	181538	576160	PET	29-03-1969	2754.00	bevestiging
LEW-06	LEEWARDEN	187374	572106	PET	20-08-1969	1956.00	bevestiging
LEW-07	LEEWARDEN	187258	569701	PET	25-12-1969	1952.00	bevestiging
LEW-08	LEEWARDEN	191787	572312	PET	11-12-1969	2516.01	bevestiging
LEW-09	LEEWARDEN	193847	572216	PET	20-12-1969	2440.00	bevestiging
LEW-10	LEEWARDEN	187307	569710	PET	18-10-1969	2342.01	bevestiging
LEW-101	LEEWARDEN	196132	573786	PET	19-08-1978	2548.01	bevestiging
LEW-102	LEEWARDEN 102	194645	573247	PET	12-06-1986	2697.20	ontwikkeling
LEW-102-S1	LEEWARDEN 102 SIDETRACK	194645	573247	PET	06-08-1986	2690.00	ontwikkeling
LEW-11	LEEWARDEN	191842	572230	PET	02-03-1970	2485.01	ontwikkeling
LEW-12	LEEWARDEN	192889	570558	PET	19-05-1980	1950.00	ontwikkeling
LEW-13	LEEWARDEN	190220	568930	PET	17-09-1981	2137.01	ontwikkeling
LEW-14	LEEWARDEN	190216	568880	PET	28-10-1981	2338.01	ontwikkeling
LEW-15	LEEWARDEN 15	192835	570565	PET	23-01-1987	2237.00	ontwikkeling
LWS-01	LEEWARDEN STAD 1	180335	578629	PET	09-09-1986	1945.80	exploratie
MAL-01	MARUMERLAGE 1	213475	574478	NAM	21-11-1983	3152.00	exploratie
MAR-01	MARUM	208648	572062	NAM	14-01-1975	2579.00	exploratie
MAR-02	MARUM	208619	572076	NAM	11-12-1977	2737.01	ontwikkeling
MBN-01	MIDDELBUREN	199620	569965	PET	22-04-1979	2690.00	exploratie
NGA-01	NIJEGA	197698	572334	PET	20-04-1965	2500.00	exploratie
NGA-01-BIS	NIJEGA	197679	572339	PET	28-09-1969	1959.00	ontwikkeling
NGA-02	NIJEGA	198844	572632	PET	00-02-1976	2442.00	bevestiging
NGA-03	NIJEGA	196949	575264	PET	00-03-1977	1965.00	ontwikkeling
NGA-04	NIJEGA	196155	573802	PET	00-03-1978	2616.01	ontwikkeling
NGA-05	NIJEGA 5	196295	574673	PET	00-05-1977	1966.00	ontwikkeling
NGA-06	NIJEGA	197717	572339	PET	00-12-1977	2260.01	ontwikkeling
NGA-07	NIJEGA	197290	574060	PET	00-07-1978	1937.00	ontwikkeling
NGA-08	NIJEGA	197700	572311	PET	00-03-1980	2436.01	ontwikkeling
NGA-09	NIJEGA	194645	573247	PET		2180.00	ontwikkeling
OPE-01	OPEINDE	200862	572517	PET	00-11-1975	1991.00	ontwikkeling
OPE-02	OPEINDE	202223	573958	PET	00-09-1979	1955.00	ontwikkeling
OPE-03	OPEINDE	199604	569950	PET	00-08-1980	1934.00	ontwikkeling
OPE-04	OPEINDE	198678	574772	PET	00-08-1981	2284.01	ontwikkeling
OPE-05	OPEINDE	198855	572690			2295.00	
OPE-06	OPEINDE	198855	572697	PET		2120.00	
OPE-07	OPEINDE 7	200880	572490	PET	01-09-1983	2565.00	
OPO-01	OPENDE-OOST	210719	575292	NAM	00-09-1979	3100.01	exploratie
RWD-01	RAUWERD	180905	568260	PET	21-06-1981	1979.00	exploratie
RWD-02	RAUWERD	182128	567387	PET	21-09-1982	1981.00	bevestiging
SUW-01	SUAWOUDE 1	190863	577941	NAM	00-06-1965	2653.50	exploratie
SUW-02	SUAWOUDE	194457	576998	NAM	00-02-1978	3161.01	ontwikkeling
TID-1001	TIETJERKSTERADEEL 1001	204767	569632	NAM	01-03-1984	2004.00	bevestiging
TID-101	TIETJERKSTRADEEL	200465	579867	NAM	00-02-1965	2620.0	exploratie
TID-102	TIETJERKSTRADEEL	200354	579821	NAM	00-05-1974	2810.0	ontwikkeling
TID-103	TIETJERKSTRADEEL	200382	579832	NAM	00-07-1974	2803.0	ontwikkeling
TID-104	TIETJERKSTRADEEL	200410	579844	NAM	00-09-1974	2708.0	ontwikkeling
TID-105	TIETJERKSTERADEEL 105	200437	579856	NAM	10-05-1986	2965.00	ontwikkeling

PUT-CODE	PUT-NAAM	COORDINATEN (t.o.v.Amersf.)		EIGENAAR	INSPUD-DATUM	EINDDIEPTE	TYPE
		X	Y				
TID-202	TIETJERKSTRADEEL	196890	578860	NAM	00-02-1975	2840.0	ontwikkeling
TID-203	TIETJERKSTRADEEL	196917	578874	NAM	00-03-1975	2650.0	ontwikkeling
TID-204	TIETJERKSTRADEEL 204	196944	578888	NAM	23-07-1985	2686.00	ontwikkeling
TID-301	TIETJERKSTRADEEL	201768	578045	NAM	00-08-1973	2674.00	ontwikkeling
TID-302	TIETJERKSTRADEEL	201798	578050	NAM	00-10-1973	2768.0	ontwikkeling
TID-303	TIETJERKSTRADEEL	201798	578050	NAM	00-06-1975	2780.0	ontwikkeling
TID-304	TIETJERKSTRADEEL	201762	578074	NAM	00-09-1976	2745.0	ontwikkeling
TID-305	TIETJERKSTRADEEL 305	201764	578064	NAM	00-11-1976	2196.00	ontwikkeling
TID-306	TIETJERKSTRADEEL	201794	578070	NAM	00-12-1976	1972.00	ontwikkeling
TID-401	TIETJERKSTRADEEL	201887	575957	NAM	00-05-1978	2300.01	bevestiging
TID-402	TIETJERKSTRADEEL	201894	575964	NAM	00-06-1978	2135.01	bevestiging
TID-403	TIETJERKSTRADEEL	201916	575944	NAM	00-06-1981	2244.01	ontwikkeling
TID-404	TIETJERKSTRADEEL 404	201909	575937	NAM	01-06-1984	2285.00	ontwikkeling
TID-501	TIETJERKSTRADEEL	198393	576354	NAM	00-03-1979	2717.01	bevestiging
TID-502	TIETJERKSTRADEEL	*198406	576328	NAM		2086.00	
TID-601	TIETJERKSTRADEEL	203342	572245	NAM	00-01-1980	2268.01	bevestiging
TID-602	TIETJERKSTRADEEL	203347	572236	NAM	00-04-1981	2444.01	bevestiging
TID-701	TIETJERKSTRADEEL	204949	580000	NAM	00-03-1980	2215.01	bevestiging
TID-801	TIETJERKSTRADEEL	204960	576707	NAM	00-05-1980	2070.0	bevestiging
TID-901	TIETJERKSTRADEEL	203528	574985	NAM	00-06-1980	1989.0	bevestiging
TID-902	TIETJERKSTRADEEL 902	203500	574997	NAM	02-09-1983	2299.00	ontwikkeling
URE-01	URETERP	209431	569426	NAM	00-06-1950	2188.00	ontwikkeling
URE-101	URETERP	207178	570455	NAM		2597.50	
URE-102	URETERP	207148	570460	NAM	00-11-1977	2680.01	ontwikkeling
URE-103	URETERP 103	207119	570464	NAM	07-04-1982	2264.00	bevestiging
URE-201	URETERP 201 (OBSERVATIE)	208594	568439	NAM	00-01-1978	2675.01	bevestiging
WRG-01	WARGA	186577	573999	PET	00-03-1965	2501.00	exploratie
WRG-02	WARGA	186516	573740	PET	00-10-1979	1906.0	bevestiging
WRG-03	WARGA 3	186575	573957	PET	01-04-1984	2078.00	bevestiging
WRM-01	WIRDUM	181203	573641	PET	00-04-1972	1916.00	exploratie
WRM-02	WIRDUM	183147	572171	PET	15-06-1980	1935.00	exploratie
WTN-01	WARTENA 1	188400	572947	PET	01-05-1984	2261.00	
ZVH-01	ZEVENHUIZEN	218901	570625	NAM	15-04-1983	3270.00	exploratie