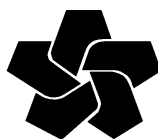


November 2016



Report: EP201611204349

**NAM**

**Nederlandse Aardolie Maatschappij**

# **Beschrijving Schoonebeek productiewater injectie Alternatief: onder kleilagen en dicht bij de bron**

This document is the property of Nederlandse Aardolie Maatschappij, and the copyright therein is vested in Nederlandse Aardolie Maatschappij. All rights reserved. Neither the whole nor any part of this document may be disclosed to others or reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form by any means (electronic, mechanical, reprographic recording or otherwise) without prior written consent of the copyright owner.

## 1 Samenvatting

Als reactie op het rapport “Herafweging verwerking productiewater Schoonebeek, tussenrapport alternatievenafweging” is door de stichting “Stop Afvalwater Twente” (hierna: stichting SAT) een alternatief naar voren gebracht. Dit alternatief richt zich op injectie onder kleilagen en dicht bij de bron (in de provincie Drenthe). In dit rapport onderzoekt NAM de haalbaarheid van dit voorgestelde alternatief.

Veld	Totaal opslagvolume (mln m3)	Gemiddeld opslagvolume per put (mln m3)	Afstand tot Schoonebeek (km)	Verwachte Injectiviteit	Bijzonderheden
<b>Roswinkel</b>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	Seismisch actief
<b>Sleen</b>	3	1,5	15	Goed	
<b>De Wijk</b>	23	2,4	39	Matig	Producerend veld (EGR tot 2030)
<b>Wanneperveen</b>	10	1,5	46	Slecht	
<b>Tietjerksteradeel</b>	15	1	76	Slecht	

De velden die volgens dit alternatief geschikt zouden zijn, zijn geïdentificeerd en onderzocht. Daaruit blijkt dat het eerst genoemde alternatief in Drenthe, het Roswinkel veld bij Emmen, geen geschikte kandidaat is voor waterinjectie vanwege seismische activiteit. Dit is tevens bekrachtigd door Minister Kamp<sup>1</sup>. Het Sleen-veld is geen aantrekkelijke kandidaat voor waterinjectie vanwege het zeer beperkte opslagvolume. Het Wanneperveen veld en het Tietjerksteradeel veld zijn niet geschikt voor waterinjectie vanwege de verwachte slechte injectiviteit. Tevens is de afstand naar Tietjerksteradeel aanzienlijk groter dan voor de overige velden. Op basis van de in dit document beschreven studies ziet de NAM alleen het De Wijk veld als mogelijk geschikt voor opslag van Schoonebeek productiewater. Water injectie in het De Wijk veld kan echter een negatief effect hebben op gas productie. In het De Wijk veld is thans een Enhanced Gas Recovery (EGR) project gaande met een looptijd tot 2030. Wellicht komt daarna meer opslagvolume beschikbaar. Daarnaast is de te verwachten injectiviteit van het De Wijk veld matig. Hierdoor gaan hogere kosten, een hoger energieverbruik en een langere looptijd gepaard met waterinjectie in dit veld.

<sup>1</sup> Brief aan Tweede Kamer, 22 november 2016, kenmerk DGETM-EO / 1 6163749

## 2 Velden - Algemeen

De velden die in dit rapport worden besproken liggen boven de Zechstein zoutlaag. Voor sommige velden geldt echter dat in de bovenliggende lagen alsnog zoutlagen aanwezig zijn. Boven het Sleen veld bijvoorbeeld, ligt bovenop de circa 15-100m dikke Solling kleisteen die het reservoir afsluit, een laag Röt zout. Bovendien bevinden de eerste Zechstein zouten in het Tietjerksteradeel veld zich door erosie van het tussenliggende gesteente zo'n 25-110m onder het reservoir.

Voor de velden beschreven in dit rapport wordt de afsluitende laag gevormd door kleisteen en mergel, in tegenstelling tot de Zechstein Carbonaat velden, waar de afsluitende laag gevormd wordt door anhydriet en een dikke laag zout. Zout is mechanisch veel sterker dan kleisteen. Door het plastische gedrag van zout is de minimale horizontale gesteentespanning in zout hoger dan in kleisteen, waardoor het tegen een hogere injectiedruk bestand is. Daardoor is een afsluitende zoutlaag mechanisch meer robuust dan een afsluitende kleisteen laag. Chemisch gezien is een afsluitende laag van zout minder robuust dan een van kleisteen, in verband met het mogelijk oplossen van zout als het in aanraking zou komen met het injectiewater. De risico analyse laat echter zien dat dit risico beheersbaar is en dat water injectie in de Zechstein velden veilig en verantwoord kan plaatsvinden [1].

De genoemde opslagvolumes in dit rapport zijn op veldniveau berekend, op basis van de geproduceerde hoeveelheid gas. Ervaringen in andere velden leren dat deze volumes vaak naar beneden bijgesteld moeten worden wanneer in detail naar de putten wordt gekeken. Voorbeelden hiervan zijn putten die bij nader onderzoek niet geschikt blijken om geconverteerd te worden tot waterinjectieput of putten waarbij in de praktijk slechts een zeer lage injectiviteit is te bewerkstelligen.

### 2.1 Velden die in de voorgestelde categorie vallen

Slechts enkele velden binnen het NAM portfolio kunnen beschouwd worden als boven-zout. Het enige veld dat door de stichting SAT wordt voorgesteld is het Roswinkel veld. Dit veld voldoet weliswaar aan het criterium boven-zout, maar is door minister Kamp uitgesloten van waterinjectie wegens historische seismiciteit. Daarnaast vallen het Sleen veld, het De Wijk veld en het Wanneperveen veld binnen de voorgestelde categorie. Omdat deze selectie van velden tamelijk beperkt is, zijn ook velden buiten Drenthe bekeken. Het enige boven-zout veld dat vanwege de grootte van het mogelijke opslagvolume een grotere transportafstand zou kunnen rechtvaardigen is het Tietjerksteradeel veld. Verschillende boven-zout velden in West-Nederland (Egmond-Binnen, Gaag, Monster en Barendrecht-Ziedewij) zijn uit logistieke overwegingen niet beschouwd.

Een overzichtskaart van Noord-Oost Nederland met hierop de besproken velden (Figuur 2.1) is te vinden in Appendix 2.

## 3 Velden - Detail

De geologie van de velden die binnen de voorgestelde criteria van de Stichting SAT vallen omvatten een grote diversiteit aan geologische formaties, variërend van de Vroeg-Krijt Vlieland zandsteen tot de Trias Main Bunter Kleisteen (gesteentelaag binnen de Buntsandstein). Deze geologische diversiteit uit zich

ook in verschillen in zowel historische productie als geschiktheid voor waterinjectie. Daarnaast bestaan er verschillen tussen de velden in de mate waarin seismisch risico een rol speelt.

### **3.1 Roswinkel**

Het Roswinkel veld is vanwege historische seismiteit buiten beschouwing gelaten.

### **3.2 Sleen**

#### **3.2.1 Geologie**

Het Sleen veld, dat gedeeltelijk boven het dieper gelegen ZEZ2C Emmen veld ligt, is een anticline die aan de top sterk verbreekt is, waardoor verschillende van elkaar gescheiden gebieden zijn ontstaan. De accumulatie staat in verbinding met een aquifer met een overdruk van ongeveer 75 bar bij initiële condities. Het Trias reservoir bestaat uit (van oud naar jong) de Volpriehausen zandsteen, de Volpriehausen klei-siltsteen, de onder- en boven Detfurth zandsteen, de Hardeggen zandsteen en de Solling zandsteen. De Detfurth en Volpriehausen zandsteen zijn van goede kwaliteit. De Solling zandsteen heeft, net als in Roswinkel, te lijden onder zoutinvasie in de poriënruimte. De Volpriehausen klei-siltsteen bestaat uit zanderig reservoir gesteente. Het originele gas-water contact (GWC) ligt op 1960m TVNAP.

Een dieptekaart (Figuur 3.2.1) en dwarsdoorsnede (Figuur 3.2.2) van het Sleen veld zijn te vinden in Appendix 2.

#### **3.2.2 Productie**

Het Sleen veld is ontdekt in 1965. De initiële reservoirdruk bedraagt 295 bar. In totaal heeft het Sleen veld 1,1 mrd Nm<sup>3</sup> gas geproduceerd. Het veld is in 1998 ingesloten vanwege verschillende productie gerelateerde problemen: waterproductie, zandproductie en de vorming van aanslag in de putten. Van de 7 putten zijn er 5 geabandonneerd en 2 gesuspendeerd.

#### **3.2.3 Injectie**

Het Sleen veld heeft, op basis van de geproduceerde hoeveelheid gas, een geschat opslagvolume van 3 mln m<sup>3</sup>. Vanwege dit gelimiteerde opslagvolume en het gegeven dat de meeste putten reeds geabandonneerd zijn is er geen verdere analyse verricht van de te verwachten injectiviteit.

### **3.3 De Wijk**

#### **3.3.1 Geologie**

De gas accumulatie van het De Wijk veld bestaat uit een groot aantal verschillende reservoirs en reservoirlagen. Een schematische weergave in dwarsdoorsnede is te vinden in Figuur 3.3.3. De verschillende reservoirs die eventueel in aanmerking komen voor waterinjectie worden hieronder besproken.

##### **3.3.1.1 Vlieland zandsteen**

Het Vlieland zandsteen reservoir varieert sterk in dikte (0-11m) met variabele reservoir kwaliteit. Het onderste deel van de zandsteen bestaat uit schoon zand en is enkel aanwezig in het oostelijk deel van

het veld. Deze onderste laag heeft een goede porositeit. De bovenste laag van de Vlieland zandsteen is erg klei-achtig en is daarom van mindere reservoir kwaliteit.

### **3.3.1.2 Lower Muschelkalk**

De Lower Muschelkalk ligt tegen de Basis Rijnland discordantie in het oosten van het De Wijk veld. Het bereikt een maximale dikte van 100m aan de oostelijke flank. Het interval bestaat uit een afwisseling van fijn kristallijne dolomiet en mergellagen. De porositeit is na depositie ontstaan door uitlogging. Kernens laten de aanwezigheid van microfractures zien, die de productiviteit van het interval verbeteren.

### **3.3.1.3 Solling en Volpriehausen zandsteen**

De Solling zandsteen ligt direct bovenop de Volpriehausen zandsteen in vrijwel alle putten van het De Wijk veld. De Solling zandsteen kenmerkt zich door een variabele reservoir kwaliteit, in tegenstelling tot het zeer permeabele en schone Volpriehausen reservoir. Het Volpriehausen reservoir is reeds gedepleteerd en volledig water gevuld door de sterke Volpriehausen aquifer.

### **3.3.1.4 Rogenstein & Main Bunter kleisteen**

De reservoir eigenschappen van het Rogenstein en de Main Bunter kleisteen, die direct onder Basis Rijnland discordantie liggen, zijn ontstaan door uitlogging van anhydritische concreties en carbonaat cement. De beste reservoir eigenschappen bevinden zich in het Rogenstein ooliet, waarbij de gehele sequentie ongeveer 160 meter dik is met daarbinnen zo'n 40 meter ooliet. Individuele ooliet lagen, die door het gehele veld gecorreleerd zijn, hebben een maximale dikte van 5 meter en worden afgewisseld door siltachtige kleisteen. Het initiële gas water contact voor De Wijk ligt op 1330m TVNAP.

Dieptekaarten (Figuur 3.3.1 en 3.3.2) en dwarsdoorsnede (Figuur 3.3.3) van het De Wijk veld zijn te vinden in Appendix 2.

## **3.3.2 Productie**

Het De Wijk veld is ontdekt in 1949. De initiële reservoirdruk bedraagt 140 bar. Het De Wijk veld is opgedeeld in 3 delen, te weten De Wijk Noord, De Wijk Zuid en De Wijk Oost. De cumulatieve productie van De Wijk bedraagt 15 mrd Nm<sup>3</sup> (1-1-2016). Momenteel wordt in De Wijk Zuid en De Wijk Oost sinds 2014 gas geproduceerd door middel van het EGR-project (Enhanced Gas Recovery). Bij dit project wordt stikstof geïnjecteerd, waarna vervolgens een mengsel van aardgas en stikstof wordt geproduceerd. De stikstof wordt vervolgens weer van het aardgas gescheiden. De verwachte levensduur van dit project loopt tot 2030.

## **3.3.3 Injectie**

Het De Wijk veld heeft, op basis van de geproduceerde hoeveelheid gas, een geschat beschikbaar opslagvolume van 23 mln m<sup>3</sup>. Mogelijk heeft water injectie echter een negatief effect op productie door middel van EGR. Na het EGR-project komt wellicht meer opslagvolume beschikbaar.

Over de injectiviteit van het De Wijk veld is, door de veelheid aan producerende formaties, geen eenduidige uitspraak te doen. Daarom is voor de nog actieve putten een inschatting gemaakt van de te verwachten injectiviteit met behulp van de indicatoren die omschreven staan in Appendix 1. De resultaten hiervan staan in Tabel 3.3.1

Put	Kh (mD*m)	Verwachte injectiviteit op basis van kh (m3/d)	Stabiele initiële productie (mln Nm3)	Verwachte injectiviteit op basis van productie (m3/d)
Wyk-4	37	309	0,08	0
Wyk-11	70	407	0,18	0
Wyk-16	456	921	0,3	0
Wyk-17	5.6	136	0,4	250
Wyk-22	247	705	0,2	0
Wyk-26	645	1071	0,3	0
Wyk-29	2064	1777	0,5	250
Wyk-31	21.8	245	0,06	0
Wyk-32	0.97	63	0,4	250
Wyk-34	geen data	geen data	0,2	0

Tabel 3.3.1: Verwachte injectiviteit voor De Wijk op basis van kh-data en initiële productiedata

Op basis van de kh is de verwachte injectiviteit als matig te kwalificeren. Echter, op basis van historische productie is de verwachte injectiviteit in De Wijk slecht (Tabel 3.3.3). Daarmee geeft de schatting op basis van de kh een positiever beeld dan de schatting op basis van historische productie. Bij de Zechstein Carbonaat putten waarin door NAM reeds geïnjecteerd is liggen deze twee methoden meer in lijn. De enige put die in een andere formatie heeft geïnjecteerd in Appendix 1 is ROW-3 (injectie in Carboon zandsteen). Bij deze put is de werkelijke injectiviteit duidelijk lager dan op basis van de kh verwacht zou mogen worden. De put heeft wel injectiviteit, maar verliest deze na enkele dagen waardoor de put vervolgens voor enkele dagen moet worden ingesloten. Voor de putten in De Wijk, waar de reservoirs eveneens uit zandsteen bestaan, is eenzelfde scenario denkbaar. De zones met een hoge permeabiliteit (Volpriehausen zandsteen en onderste Vlieland zandsteen) hebben naar verwachting een goede injectiviteit, maar zullen snel gevuld raken, waarna injectiviteit bepaald wordt door gesteente met een aanmerkelijk lagere permeabiliteit. Met de thans bekende informatie wordt de injectiviteit als matig beoordeeld. Injectiviteitstesten over een langere periode zouden meer informatie kunnen geven.

## 3.4 Wanneperveen

### 3.4.1 Geologie

Het Wanneperveen veld ligt direct ten westen van het De Wijk veld. De gashoudende reservoirs die eventueel geschikt zijn voor waterinjectie zijn de Vlieland zandsteen, het Rogenstein en de Main Bunter kleisteen.

#### 3.4.1.1 Vlieland zandsteen

De Vlieland zandsteen wordt begrensd door breuken en truncaties richting het westelijk deel van het veld. In tegenstelling tot De Wijk bestaat het reservoir hier uit een sequentie van schoon zand en leisteen bovenop de Basis Rijnland discordantie. De dikte van het zand varieert van 19-39m.

### **3.4.1.2 Rogenstein en Main Bunter kleisteen**

De reservoir eigenschappen van het Rogenstein en de Main Bunter kleisteen, die direkt onder de Basis Rijnland discordantie liggen, zijn het resultaat van uitloging van anhydritische concreties en carbonaat cement. De beste reservoir eigenschappen bevinden zich in het Rogenstein ooliet, waarbij de gehele sequentie ongeveer 160 meter dik is met daarbinnen zo'n 40 meter ooliet. Individuele ooliet lagen, die door het gehele veld gecorreleerd zijn, hebben een maximale dikte van 5 meter en worden afgewisseld door siltachtige kleisteen. Het initiële gas water contact ligt in Wanneperveen op 1410m TVNAP in het oostelijke deel van het veld, en op 1510m TVNAP in het westelijke deel.

Een dieptekaart (Figuur 3.4.1) en dwarsdoorsnede (Figuur 3.4.2) van het Wanneperveen veld zijn te vinden in Appendix 2.

### **3.4.2 Productie**

Het Wanneperveen veld wordt geproduceerd sinds 1952. De initiële reservoirdruk bedraagt 169 bar. Het veld bestaat uit twee delen, waarbij het westelijke deel reeds in de jaren '80 is ingesloten wegens overmatige waterproductie. Het oostelijke deel is nog in productie en zal naar verwachting tot ongeveer 2020 blijven produceren. In totaal heeft het Wanneperveen veld uit de Krijt en Trias reservoirs 2,7 mrd Nm<sup>3</sup> gas geproduceerd (1-1-2016).

### **3.4.3 Injectie**

Het Wanneperveen veld heeft, op basis van de geproduceerde hoeveelheid gas, een geschat opslagvolume van 10 mln m<sup>3</sup>. Voor alle Wanneperveen putten lag de initiële productiesnelheid beneden de 300.000 m<sup>3</sup>/d, waarmee de te verwachten injectiviteit volgens de tabel in Appendix 1 slecht is, namelijk tussen de 0 en 250 m<sup>3</sup>/d.

## **3.5 Tietjerksteradeel**

### **3.5.1 Geologie**

Het Tietjerksteradeel veld is ontwikkeld door twee verschillende formaties te depletieren. In het Noorden betreft dit de Rotligendes formatie, in het Zuiden de Vlieland formatie. Enkel de Vlieland formatie ligt boven het Zechstein zout en valt daarmee binnen de voorgestelde criteria van de Stichting SAT.

#### **3.5.1.1 Vlieland zandsteen**

De accumulatie in de Vlieland zandsteen formatie ligt in zowel de NAM Tietjerksteradeel als de Vermillion Leeuwarden concessies. Buiten het aangeboorde gebied bestaat onzekerheid over de laterale continuering van zand met reservoir kwaliteit. Petrofysische data alsmede productie data laten bovendien zien dat het reservoir een hoge mate van laterale heterogeniteit vertoont. Het reservoir bestaat uit een tamelijk permeabele, goede kwaliteit zandsteen onderin, met hierboven een wat meer silt-achtige laag van lagere kwaliteit, oplopend van het NW naar het ZO. Het originele gas-water contact (GWC) ligt op 1946m TVNAP.

Een dieptekaart (Figuur 3.5.1) en dwarsdoorsnede (Figuur 3.5.2) van het Tietjerksteradeel veld zijn te vinden in Appendix 2.

### 3.5.2 Productie

Het Tietjerksteradeel veld wordt geproduceerd sinds 1974. De initiële reservoirdruk van het Vlieland reservoir bedraagt 221 bar. Uit het Vlieland reservoir in het Tietjerksteradeel veld is 5.09 mrd Nm<sup>3</sup> gas geproduceerd (1-1-2016). Het veld is naar verwachting nog tot 2020 in productie.

### 3.5.3 Injectie

Het Tietjerksteradeel veld heeft, op basis van de geproduceerde hoeveelheid gas, een geschat opslagvolume van 15 mln m<sup>3</sup>. Het lage opslagvolume per put, de laterale heterogeniteit van het reservoir en de afstand tot Schoonebeek maken het Tietjerksteradeel veld minder aantrekkelijk voor injectie. Bovendien is op basis van historische productie de verwachting dat de injectiviteit van de putten in het Tietjerksteradeel veld slecht zal zijn (Tabel 3.5.1)

Put	Stabiele initiële productie (mln Nm <sup>3</sup> )	Verwachte injectiviteit op basis van productie (m <sup>3</sup> /d)
TID-305	0,2	0
TID-306	0,15	0
TID-401	0,3	0
TID-402	0,2	0
TID-403	0,07	0
TID-404	0,04	0
TID-601	0,25	0
TID-602	0,5	250
TID-901	0,25	0
OPE-1	0,35	0
OPE-2	0,3	0
OPE-4	0,4	250
OPE-7	0,15	0

Tabel 3.5.1: Verwachte injectiviteit voor Tietjerksteradeel op basis van initiële productiedata. (zie ook Appendix 1)



## 4 Conclusies

Het Roswinkel veld bij Emmen is geen geschikte kandidaat is voor waterinjectie vanwege seismische activiteit. Dit is tevens bekrachtigd door Minister Kamp<sup>2</sup>. Het Sleen-veld is geen aantrekkelijke kandidaat voor waterinjectie vanwege het zeer beperkte opslagvolume. Het Wanneperveen veld en het Tietjerksteradeel veld zijn niet geschikt voor waterinjectie vanwege de verwachte slechte injectiviteit. Tevens is de afstand naar Tietjerksteradeel aanzienlijk groter dan voor de overige velden. Op basis van de in dit document beschreven studies ziet de NAM alleen het De Wijk veld als mogelijk geschikt voor opslag van Schoonebeek productiewater. Water injectie in het De Wijk veld kan echter een negatief effect hebben op gas productie. In het De Wijk veld is thans een Enhanced Gas Recovery (EGR) project gaande met een looptijd tot 2030. Wellicht komt daarna meer opslagvolume beschikbaar. Daarnaast is de te verwachten injectiviteit van het De Wijk veld matig. Hierdoor gaan hogere kosten, een hoger energieverbruik en een langere looptijd gepaard met waterinjectie in dit veld.

## 5 Referenties

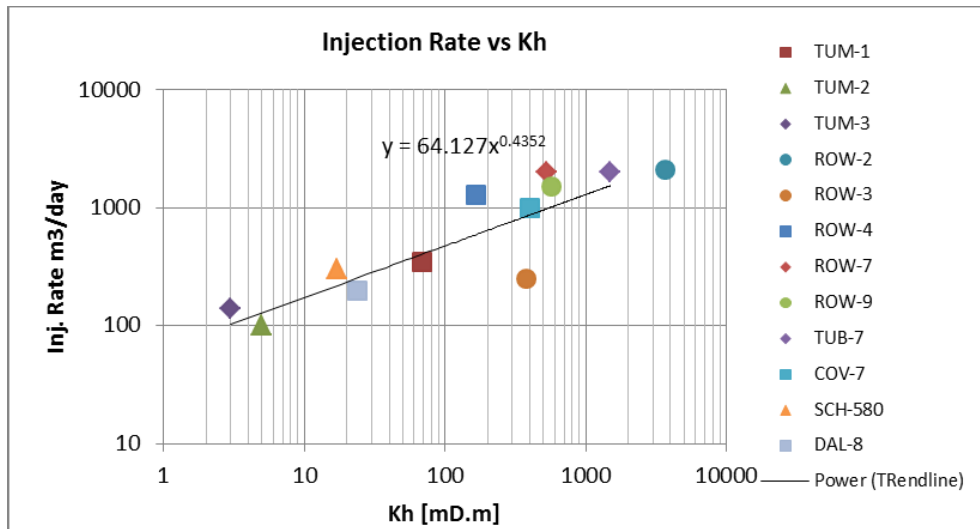
[1] Overkoepelende Analyse Ondergrondse Risico's Waterinjectie Twente. NAM, November 2016.  
Report: EP201503228132

---

<sup>2</sup> Brief aan Tweede Kamer, 22 november 2016, kenmerk DGETM-EO / 1 6163749

## Appendix 1: Injectiviteit

Om de verwachte injectiviteit van kandidaat-injectieputten te bepalen is gekeken naar de injectiesnelheden van bestaande waterinjectieputten binnen het NAM-portfolio. Allereerst is gekeken naar de permeabiliteit-hoogte  $kh$ , een belangrijke parameter die een indicatie geeft van de doorlaatbaarheid van het onderzochte gesteente. Deze  $kh$  waarde heeft een eenheid van  $mD*m$  en wordt bepaald door een FBU test (Flowing Build Up). Voor verschillende waterinjectieputten is de relatie tussen  $kh$  en injectiesnelheid weergegeven in onderstaande figuur.



Relatie tussen injectiesnelheid en  $kh$  voor injectieputten in Tubbergen-Mander, Rossum-Weerselo, Tubbergen, Coevorden, Schoonebeek en Dalen. Deze putten injecteren/hebben geïnjecteerd in het Zechstein Carbonaat, op ROW-3 na. ROW-3 heeft geïnjecteerd in het Carboon.

Uit de resultaten in bovenstaande figuur is de volgende empirische correlatie af te leiden tussen injectiesnelheid en  $kh$ :

$$\text{Injectiesnelheid} = 64.127 * kh^{0.4352}$$

met:

injectiesnelheid in  $m^3/d$

$kh$  in  $mD*m$

Naast de relatie tussen kh en injectiesnelheid, is er ook gekeken naar de relatie tussen historische gasproductie en injectiesnelheid. Op basis van dezelfde putten als in bovenstaande figuur is onderstaande tabel samengesteld.

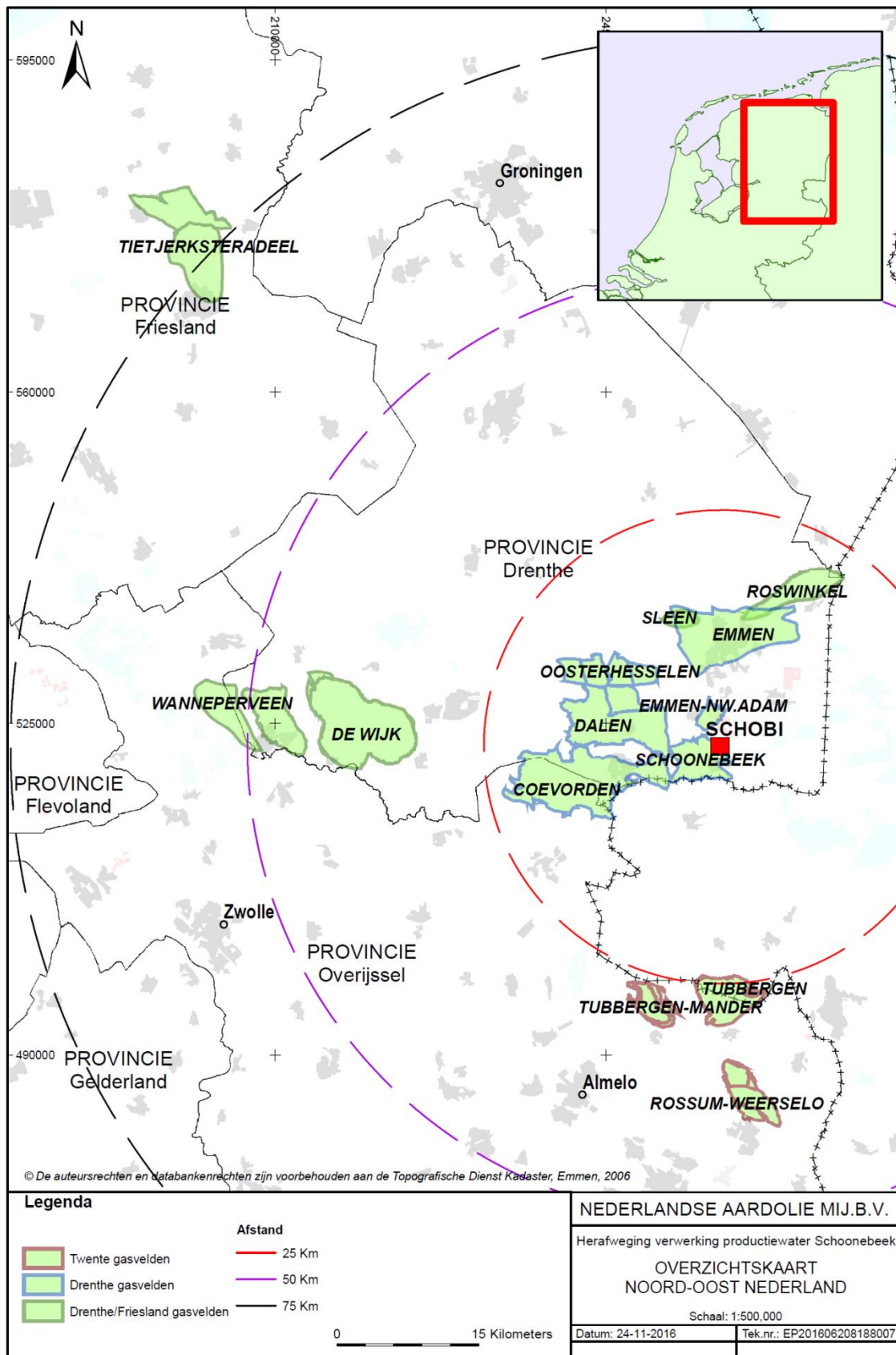
Gasproductie (mln Nm <sup>3</sup> /d)		Indicatie	Verwachte injectiesnelheid [m <sup>3</sup> /d]
Laag	Hoog		
0	0,4	---	0
0,4	0,6	--	250
0,6	0,8	-	500
0,8	1,2	+	750
1,2	1,8	++	1000
1,8	4	+++	1250

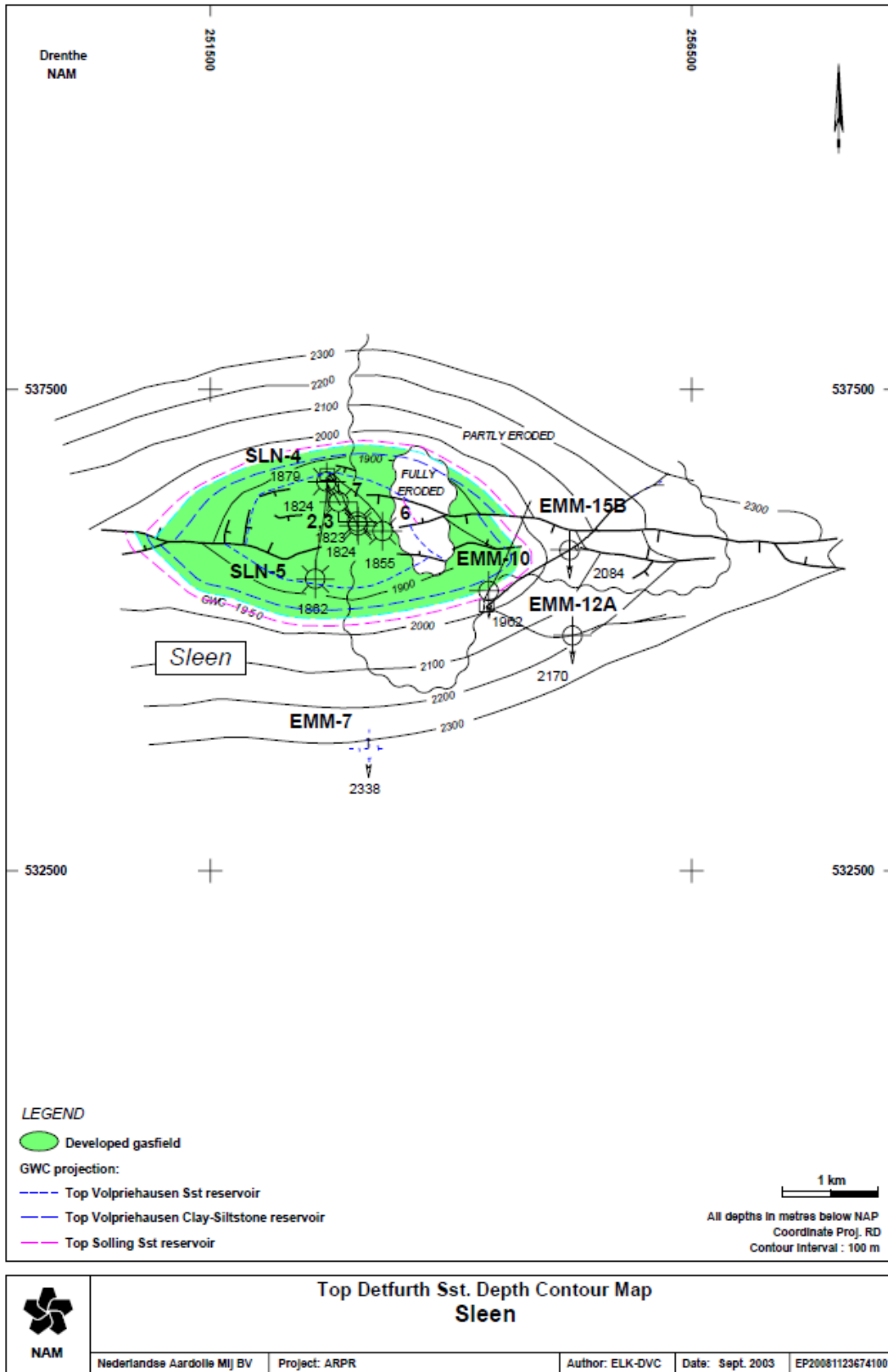
*Verwachte injectiviteit op basis van historische productie, gebaseerd op waterinjectie in Rossum-Weerselo, Tubbergen, Tubbergen-Mander, Dalen, Coevorden en Schoonebeek.*

## Appendix 2: Kaarten

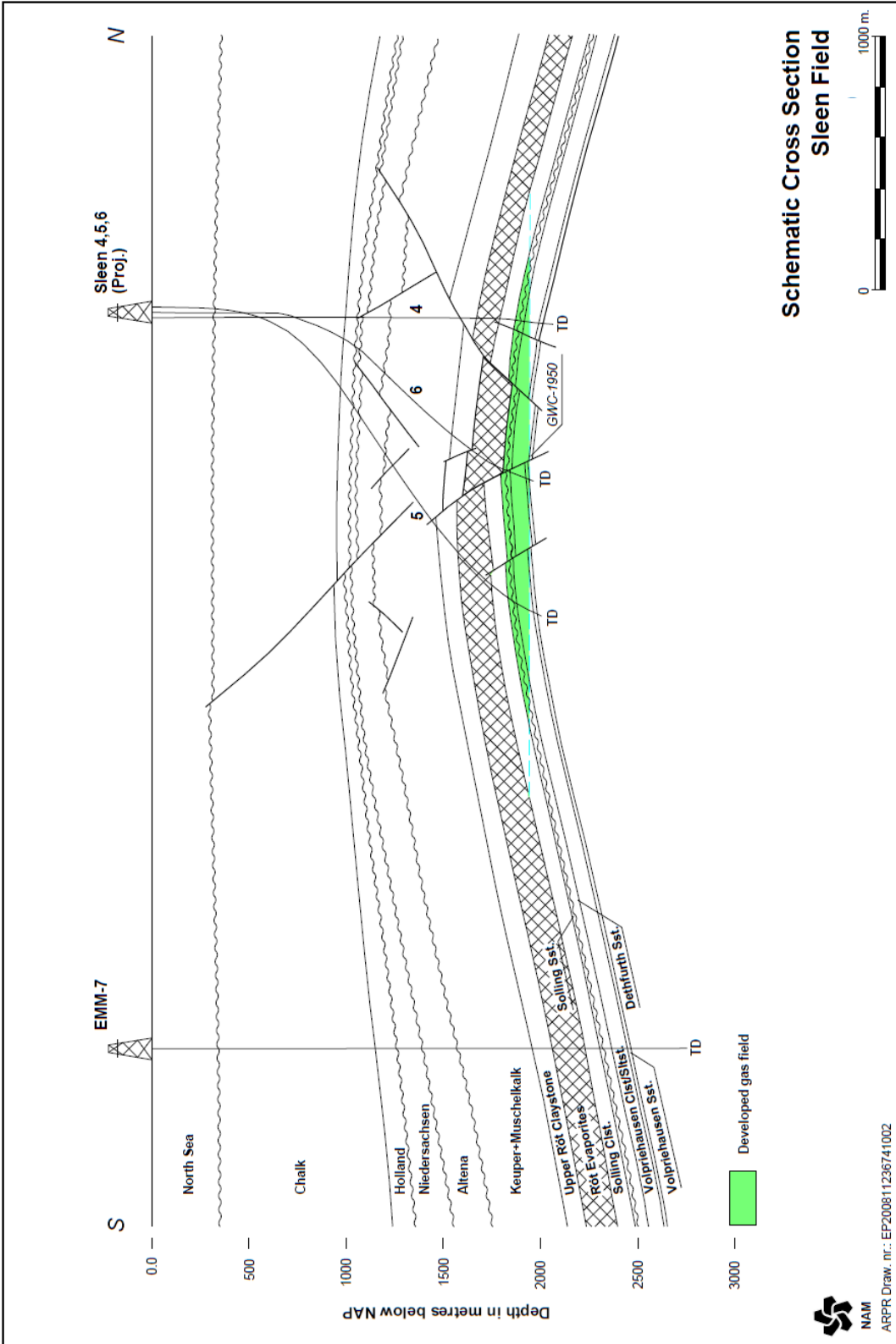
(Volgende pagina)

*Figuur 2.1: Kaart van Noord-Oost Nederland met hierop de locatie van de Schoonebeek Olie Behandelings Installatie (SCH OBI), de Twente Zechstein velden, de Drenthe Zechstein velden en de SAT-velden in Drenthe en Friesland*

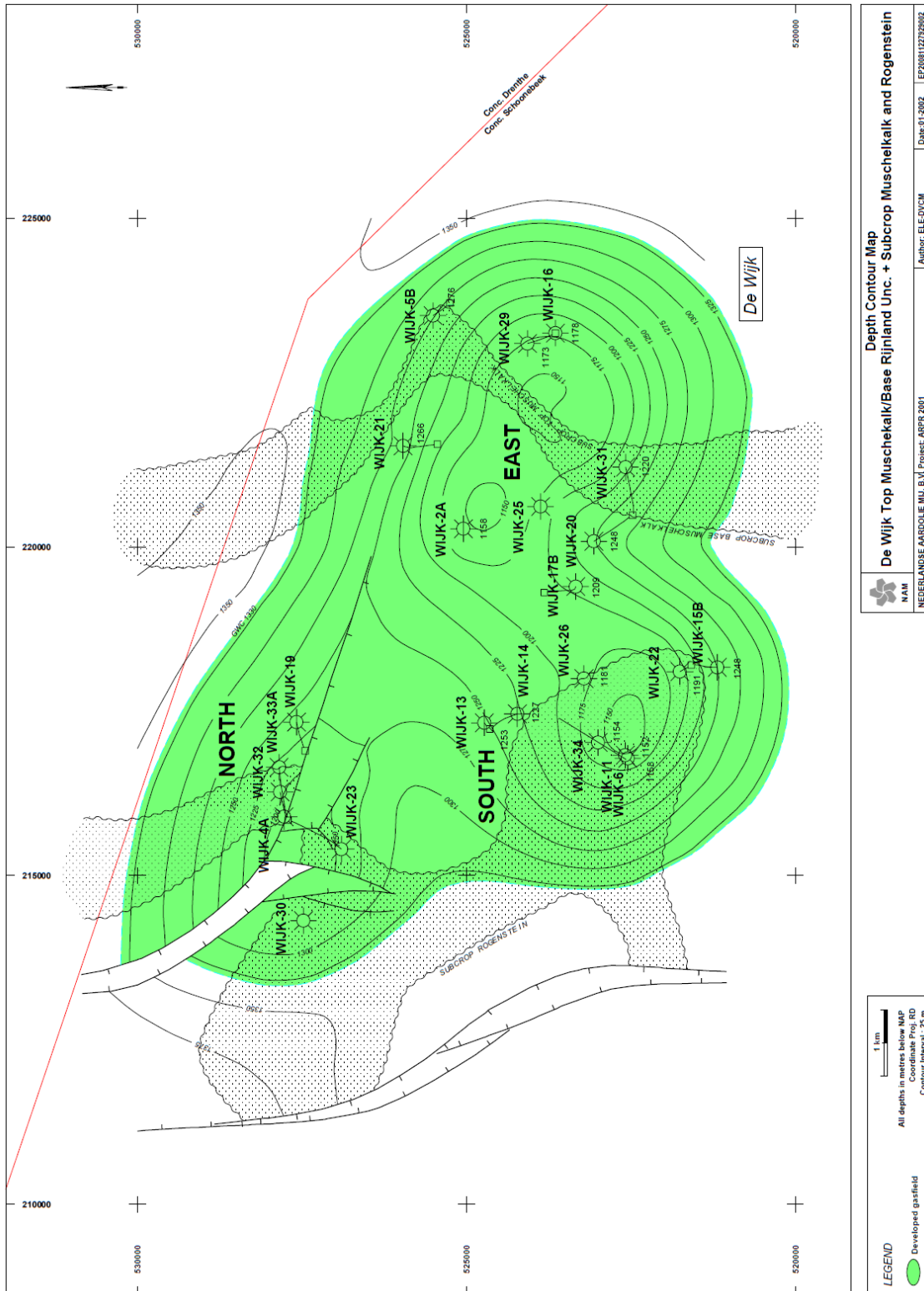




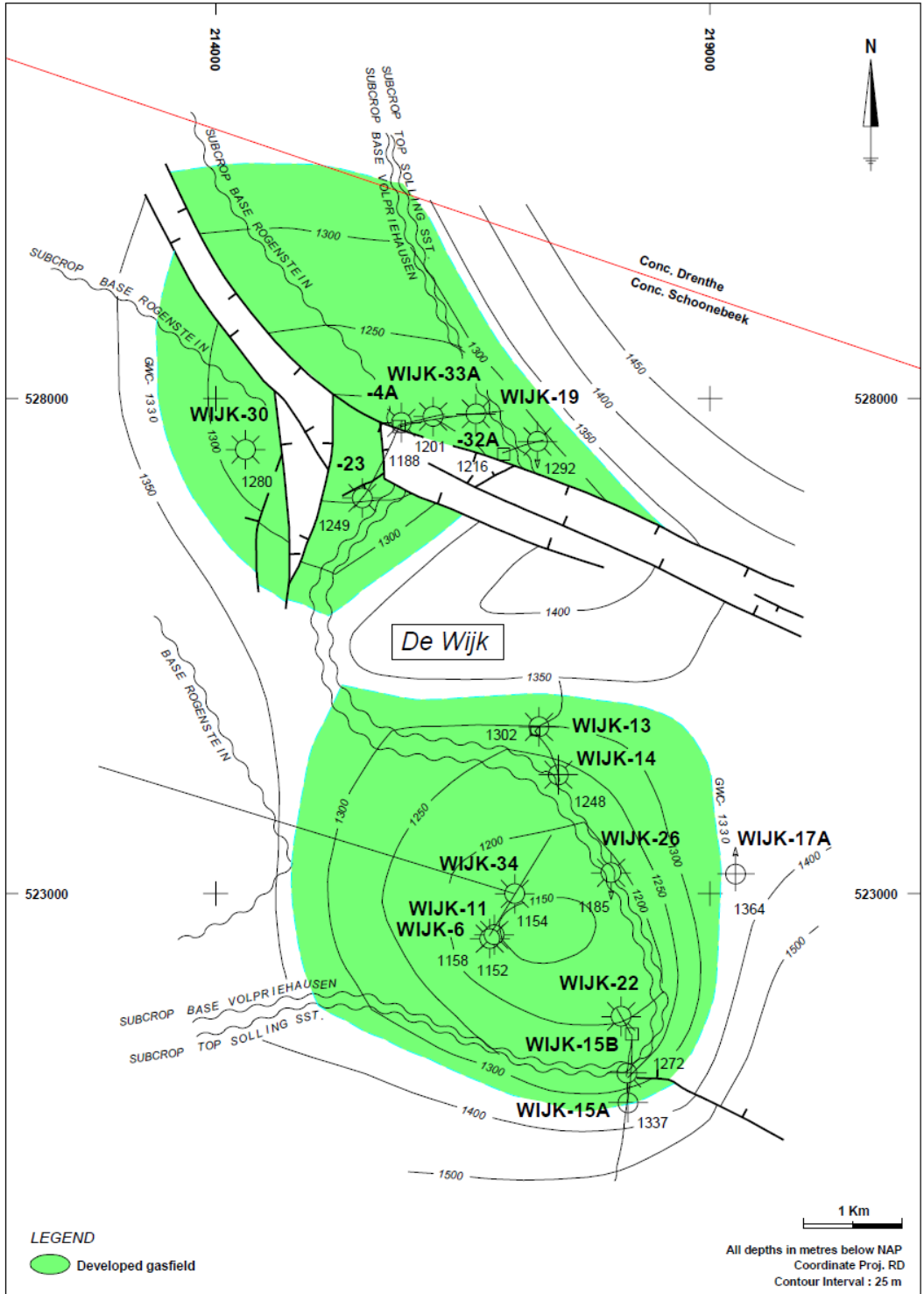
Figuur 3.2.1: Top Detfurth Zandsteen dieptekaart Sleen veld



Figuur 3.2.2: Schematische dwarsdoorsnede Sleen veld



Figuur 3.3.1: Dieptekaart Top Muschelkalk/Basis Rijnland discordantie De Wijk veld

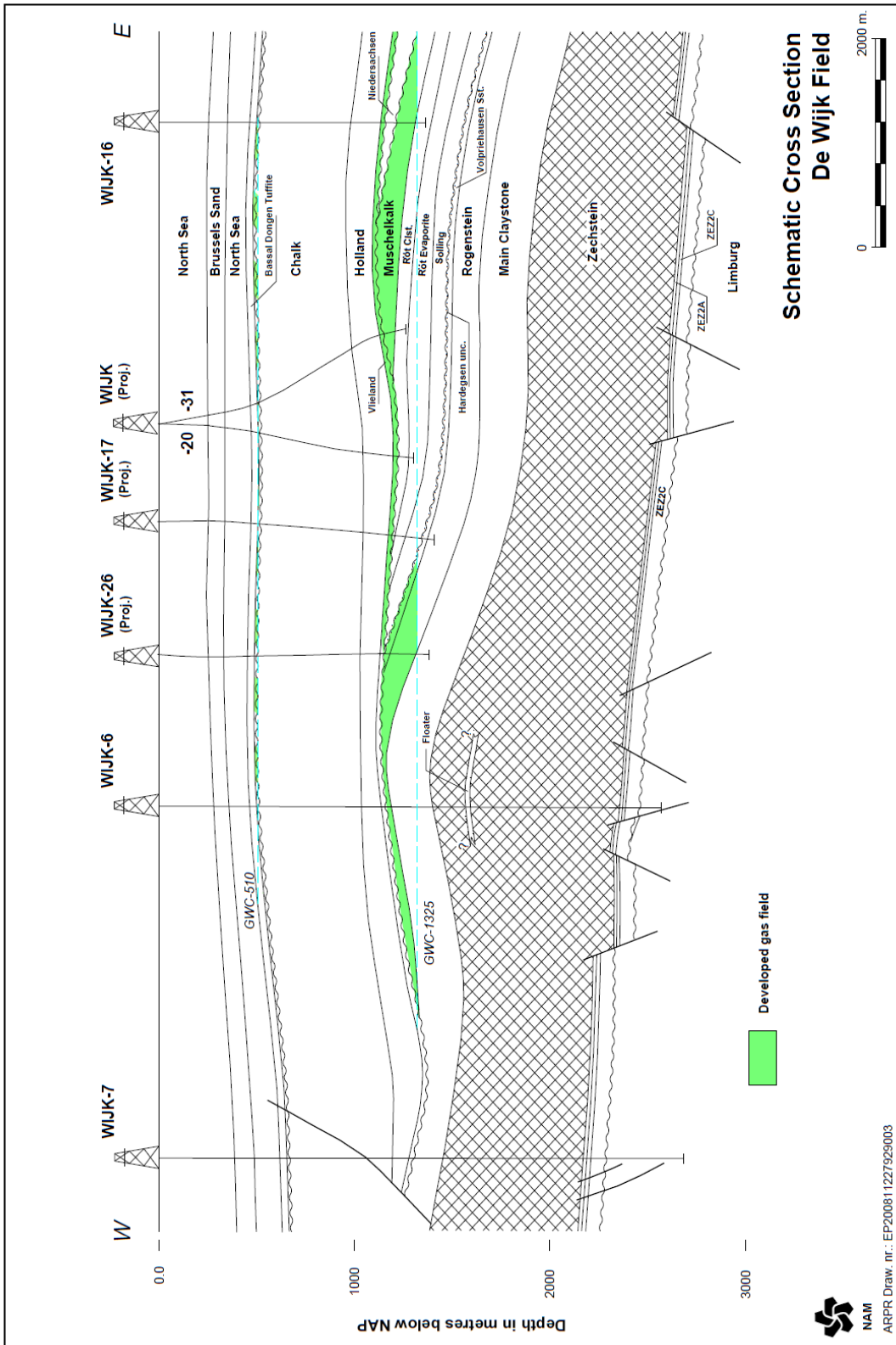


**Depth Contour Map**  
**De Wijk Top Solling Sandstone/Base Rijnland Unc.**

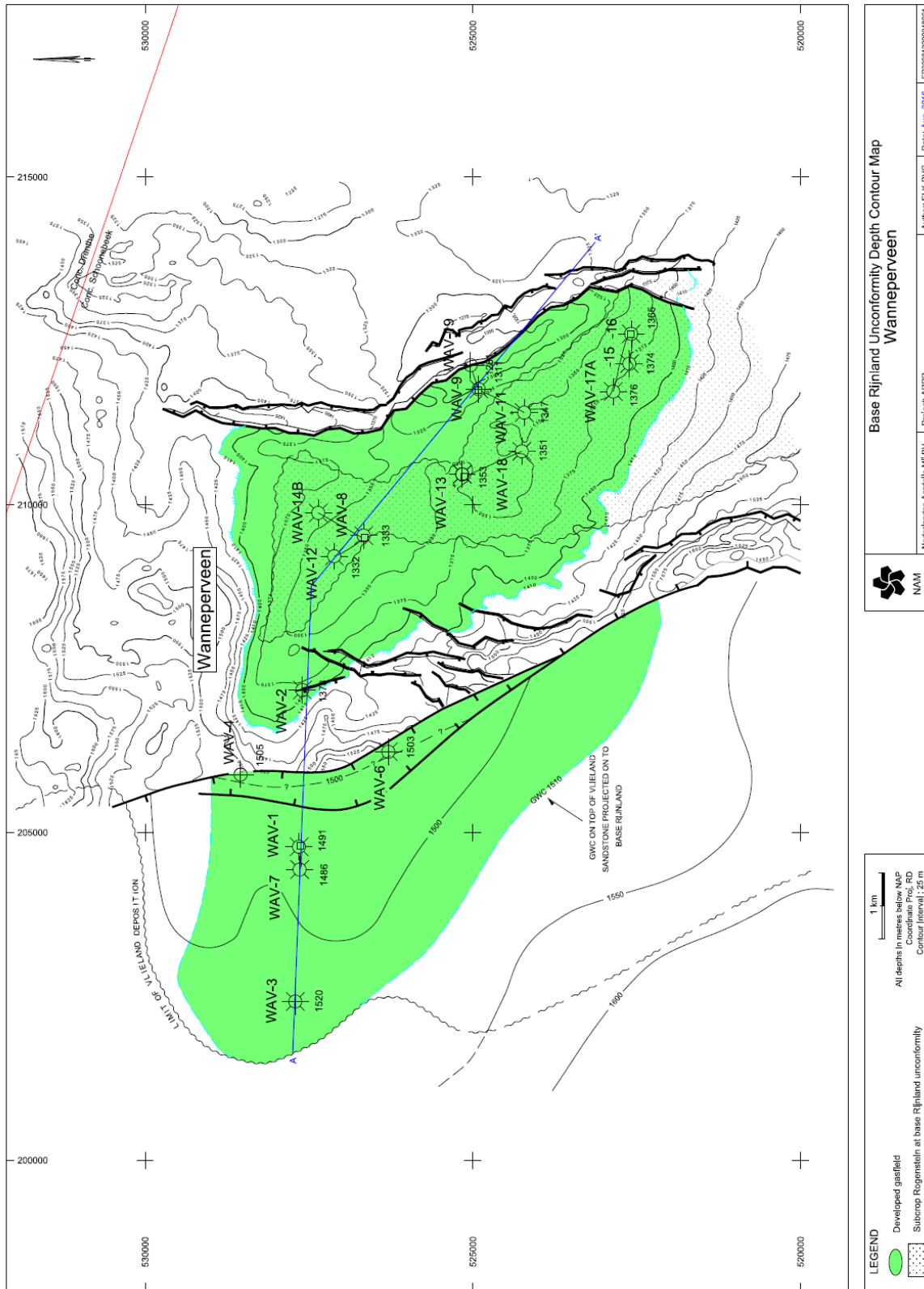
 NAM		Author: ELE-DVCM	Date: 01-2002	EP200811227929001
NEDERLANDSE AARDOLIE MIJ. B.V. Project: ARPR				

Figuur 3.3.2: Dieptekaart Top Solling Zandsteen / Basis Rijnland discordantie De Wijk veld

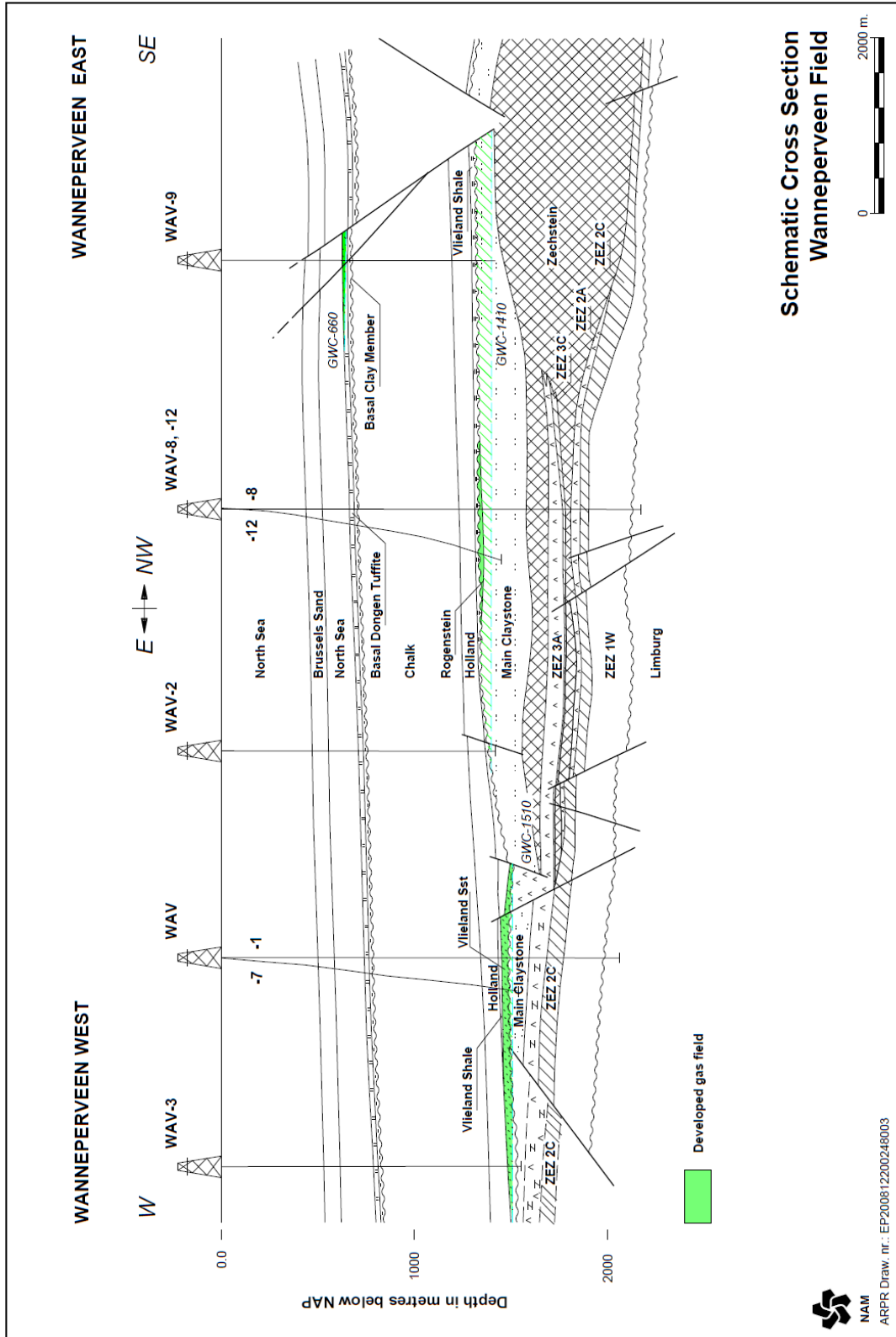




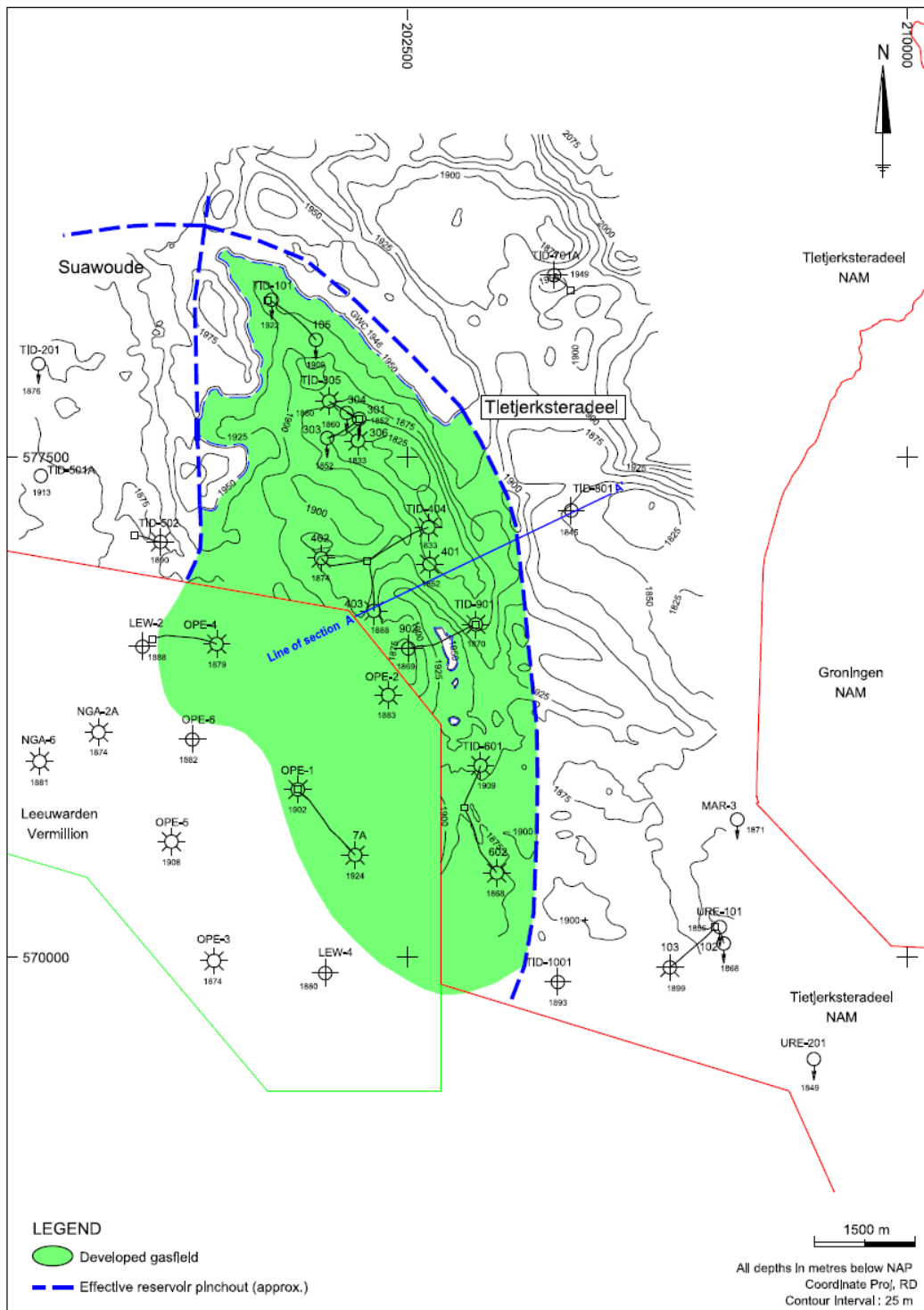
Figuur 3.3.3: Schematische dwarsdoorsnede De Wijk veld



Figuur 3.4.1: Dieptekaart Basis Rinland discordantie Wanneperveen veld

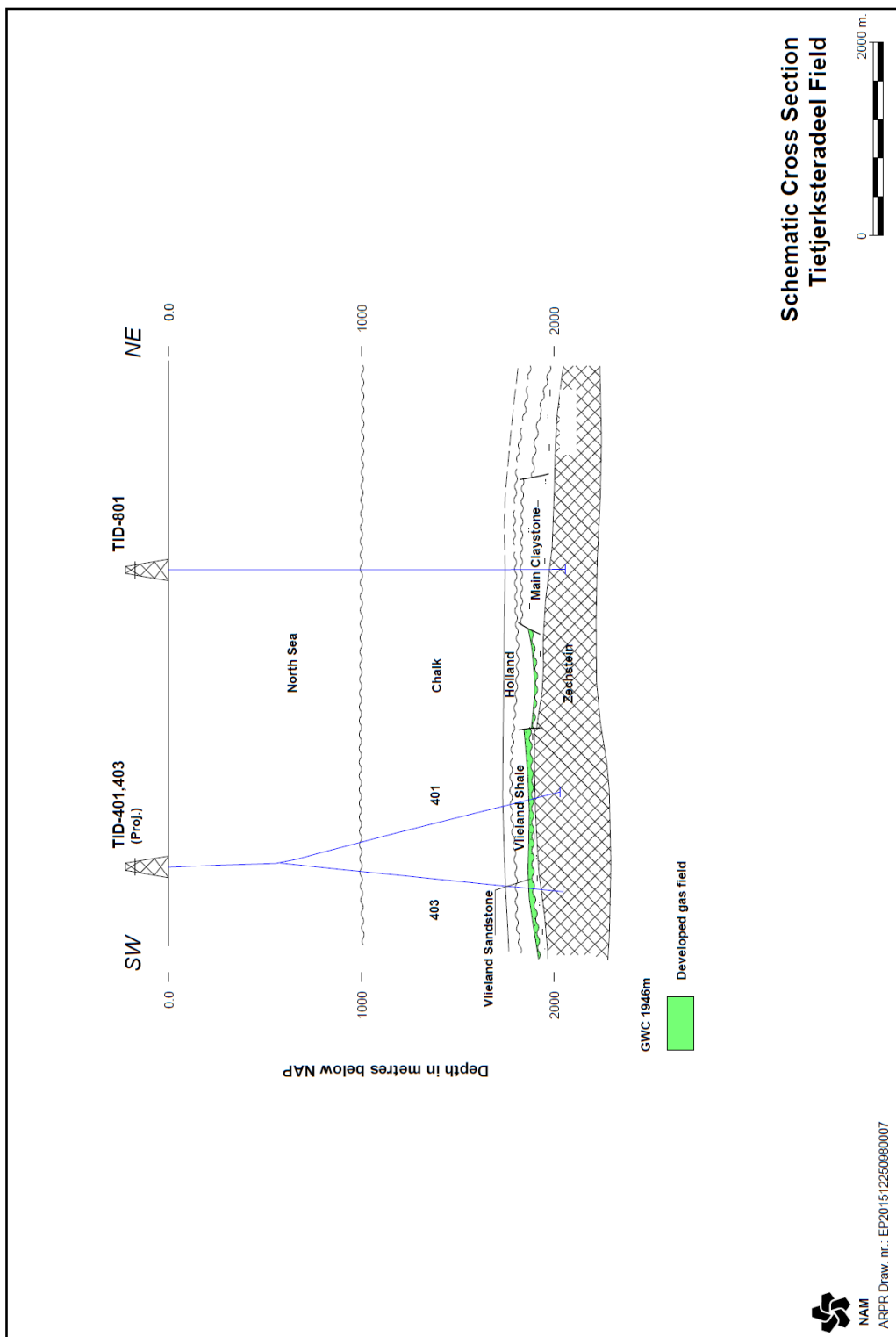


Figuur 3.4.2: Schematische dwarsdoorsnede Wanneperveen veld



 NAM	<b>Top Vlieland Sandstone Depth Contour Map Tietjerksteradeel</b>			
	Nederlandse Aardolie Mij BV	Project: ARPR	Author: UID/T/DL	Date: Dec 2016
				EP201512250980002

Figuur 3.5.1: Top Vlieland Zandsteen dieptekaart Tietjerksteradeel veld



Figuur 3.5.2: Schematische dwarsdoorsnede van het Vlieland Zandsteen Tietjerksteradeel veld