

**VERMILION
E N E R G Y**



Vermilion Energy Netherlands B.V.

Aanvulling bij de Aanvraag Instemming Winningsplan Tietjerk

Versie 5.3

9 juli 2021

Inhoud

Inhoud	2
1 Inleiding	3
2 Productie	4
2.1 Historische productie.....	4
2.2 Vooruitzichten voor productievolume per voorkomen per jaar	4
3 Bodemdaling	7
4 Seismische Risico Analyse	14
4.1 Niveau 1: Screening Potentieel.....	14
4.2 Niveau 2: Risico Matrix	18
4.3 Kaarten t.b.v. oppervlakte factoren in Niveau 2: Risico Matrix	21
5 Referenties	24

1 Inleiding

Vermilion Energy Netherlands B.V. (Vermilion, VEN) is houder van de winningsvergunning Tietjerksteradeel-II. Conform artikel 34 Mijnbouwwet (Mbw) dient de winning van koolwaterstoffen te gebeuren overeenkomstig een winningsplan. In het Mijnbouwbesluit (Mbb) is in artikel 24 aangegeven welke informatie het winningsplan moet bevatten.

Deze aanvulling van het winningsplan omvat de gasvoorkomens Tietjerksteradeel-Rotliegend, Tietjerksteradeel-Vlieland en Suawoude. Gasproductie uit deze voorkomens vindt plaats sinds respectievelijk 1974, 1977 en 1984. In totaal zijn er 29 putten geboord in deze voorkomens. Hiervan zijn er zeven geabandonneerd. De overige putten zijn in productie of tijdelijk ingesloten.

Vermilion heeft een actualisatie van het Tietjerk Winningsplan ingediend op 28 april 2020, versie 5.0.

Vermilion heeft een verdere actualisatie van het Tietjerk Winningsplan ingediend op 31 juli 2020, versie 5.1. Hierin zijn opmerkingen van SodM en TNO op versie 5.0 verwerkt.

Vermilion heeft op 19 februari 2021 een verzoek gekregen van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat voor aanvullende informatie omtrent het winningsplan. De aanvullende informatie is verwerkt in versie 5.2 welke is ingediend op 17 maart 2021.

Deze Aanvulling Winningsplan Tietjerk versie 5.3 is gemaakt ter verduidelijking van de productieverwachtingen, bodemdalingsverwachtingen en seismische risico analyse van alleen de bestaande productie uit het winningsplan Tietjerk versie 5.1.

Tabel 1-1: Geschiedenis Winningsplan Tietjerk.

Datum	Versie	Omschrijving
2003	1.0	Eerste versie sinds de Mijnbouwwet van 2003
2004	2.0	Herziening na werk aan de productie-installaties
2012	3.0	Update
2017	4.0A	Productieverlengingsverzoek Tietjerksteradeel
2018	4.0B	Productieverlengingsverzoek Suawoude
28 april 2020	5.0	Uitbreiding van de winning
31 juli 2020	5.1	Uitbreiding van de winning; hierin is informatie bijgewerkt na review door SodM en TNO.
17 maart 2021	5.2	Aanvulling op de Aanvraag Instemming Winningsplan Tietjerk naar aanleiding van vraag van EZK om aanvullende informatie.
9 juli 2021	5.3	Aanvulling op de Aanvraag Instemming Winningsplan Tietjerk om te verduidelijken wat de productieverwachtingen, bodemdalingsverwachtingen en seismische risico analyse zijn van de bestaande putten.

2 Productie

2.1 Historische productie

In het Tietjerk Winningsplan versie 5.1 [Ref. 1] paragraaf 5.2 staat geschreven:

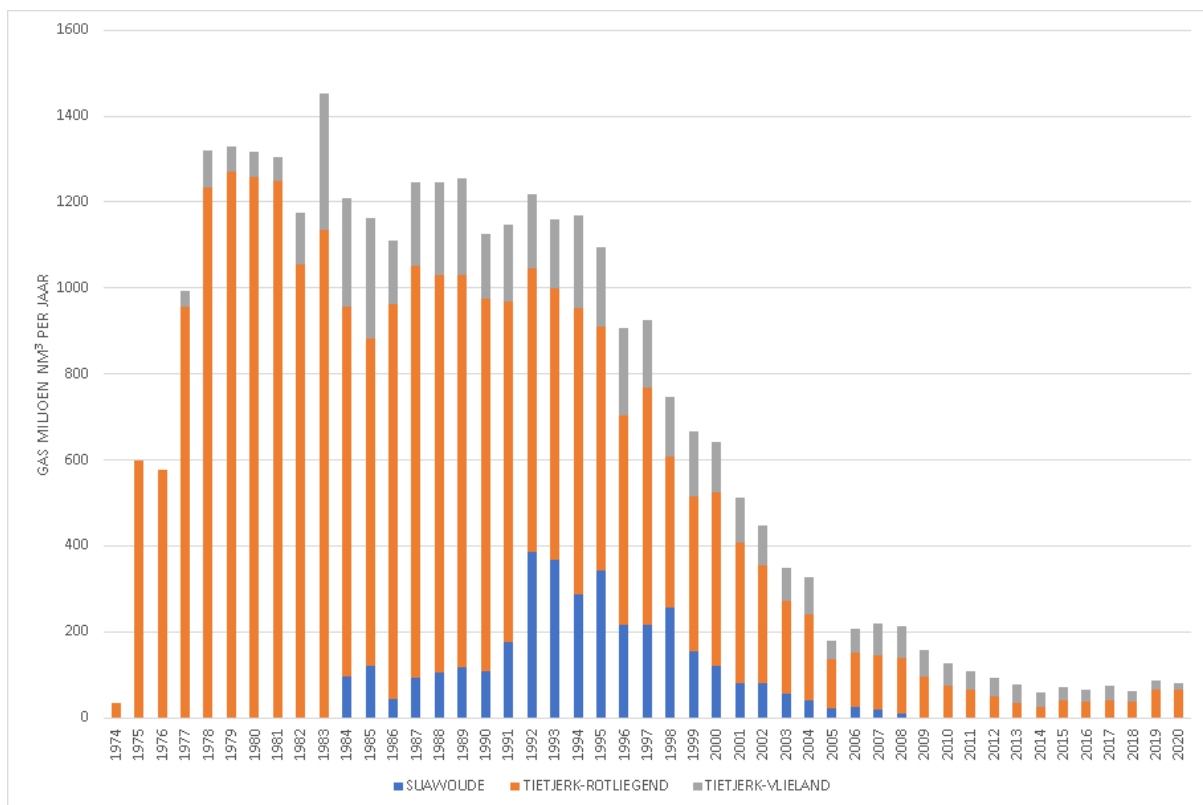
“De totale productie tot 1 januari 2020 bedraagt 31573 miljoen nm³. Opgedeeld per voorkomen is dit 3540 miljoen nm³ uit Suawoude, 23126 miljoen nm³ uit Tietjerksteradeel-Rotliegend en 4907 miljoen nm³ uit Tietjerksteradeel-Vlieland.”

Inmiddels is er een jaar verstreken sinds het indienen van het winningsplan versie 5.1. De cumulatieve productie tot 1 januari 2021 bedraagt:

Cumulatieve productie [miljoen nm³]

Voorkomen	Tot 1/jan/2020	Productie 2020	Tot 1/Jan/2021
Suawoude	3540	0	3540
Tietjerksteradeel-Rotliegend	23126	64	23190
Tietjerksteradeel-Vlieland	4907	16	4923
TOTAAL	31573	80	31653

Figuur 2-1 laat de jaarlijkse productie van de voorkomens Tietjerksteradeel-Rotliegend, -Vlieland en Suawoude zien.



Figuur 2-1: Jaarlijkse historische productie van de voorkomens Tietjerksteradeel-Rotliegend, Tietjerksteradeel-Vlieland en Suawoude.

2.2 Vooruitzichten voor productievolume per voorkomen per jaar

De delen van de voorkomens Tietjerksteradeel-Rotliegend en -Vlieland en Suawoude waaruit in het verleden geproduceerd is, zijn bijna leeg geproduceerd en hebben nog slechts een druk van rond de 20 bar. De productie uit deze blokken wordt waar mogelijk nog voortgezet, bij een relatief laag debiet per put. Door aanpassingen aan de put, zoals het toevoegen van nieuwe perforaties of het installeren van een kleinere diameter stijgbuis, kan de productieduur van deze putten verlengd worden.

De indicatieve productieprofielen van de bestaande putten in de Tietjerksteradeel en Suawoude voorkomens zijn in deze paragraaf weergegeven. Er zijn drie productieprofielen gegeven (Laag, Midden, Hoog) om de onzekerheid in tijd en volume aan te geven. De profielen in Figuur 2-2 bevatten de gecombineerde productievoorspelling van alle voorkomens. Tabel 2-1 geeft de jaarlijkse productie per voorkomen.

De werkelijk gerealiseerde productie zal niet overeenkomen met (één van) de geschetste profielen in Figuur 2-2. Deze profielen zijn dus indicatief.

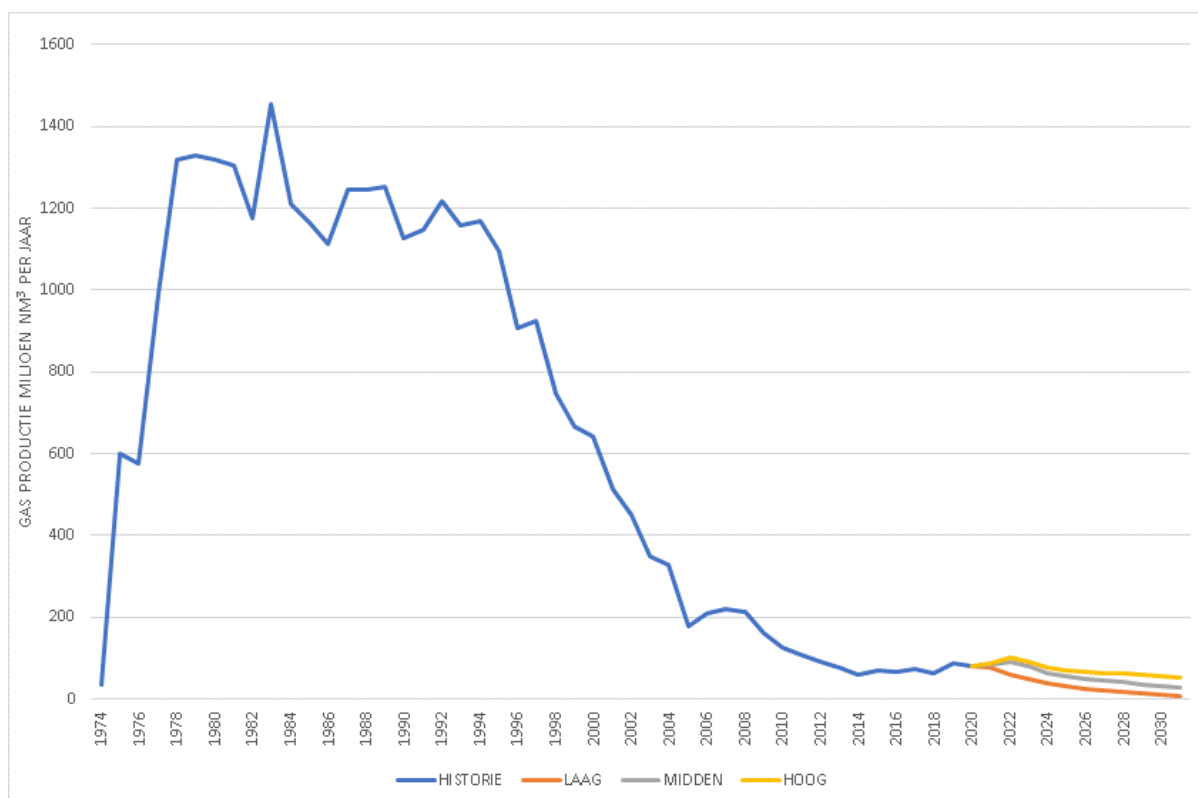
De productievoorspelling van een put is omgeven met onzekerheden. Verder kan het gedrag van andere putten die in dezelfde pijpleiding produceren, de druk in die pijpleiding beïnvloeden, en dus ook de productiesnelheid van de putten die op de pijpleiding zijn aangesloten. Hetzelfde geldt voor onderhoudshandelingen aan een put, op de putlocatie, het gasbehandelingsstation, of aan de pijpleiding; deze handelingen zullen de productievoorspellingen ook beïnvloeden. Dit zal invloed hebben op de geschetste profielen in Figuur 2-2. Deze profielen zijn dus indicatief.

Gasprijzen, beschikbaarheid van materiaal en beschikbaarheid van service providers hebben impact op de start van onderhoudswerk aan bijvoorbeeld een put, gas productie-installatie of pijpleidingen. Dit zal invloed hebben op de geschetste profielen in Figuur 2-2. Deze profielen zijn dus indicatief.

De gegeven getallen in Tabel 2-1 zijn jaartotalen. Op dag-basis zullen er variaties optreden, en kunnen dus andere waarden voorkomen. Zoals eerder aangegeven zal de werkelijk gerealiseerde productie niet overeenkomen met (één van) de geschetste profielen in Figuur 2-2 en dus ook niet met de jaartotalen in Tabel 2-1. Deze profielen zijn dus indicatief.

De dagproductie op de locaties zal binnen de grenzen blijven die door de relevante vergunning gesteld is aan die locatie. Zo begrenst de Omgevingsvergunning de maximaal toegestane dagproductie.

De hier weergegeven indicatieve productieprofielen bevatten de totale toekomstige productie uit bestaande putten.



Figuur 2-2: Gerealiseerde productie (blauw) en verwachtingen van de toekomstige productie.

Tabel 2-1: Productie verwachting in miljoen nm³ per jaar.

	TID-RO			TID-KNNS			SUW			Totaal		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
2021	59	65	67	18	20	21	0	0	0	77	85	88
2022	47	59	64	14	18	20	0	15	18	61	92	102
2023	37	53	60	12	16	19	0	10	12	49	79	91
2024	30	47	57	9	15	18	0	0	1	39	62	76
2025	24	43	55	7	13	17	0	0	0	31	56	72
2026	19	38	52	6	12	16	0	0	0	25	50	68
2027	15	35	49	5	11	15	0	0	0	20	45	65
2028	12	31	47	4	10	15	0	0	0	16	41	61
2029	10	28	44	3	9	14	0	0	0	13	37	58
2030	8	25	42	2	8	13	0	0	0	10	33	55
2031	6	23	40	2	7	13	0	0	0	8	30	53
Totaal	267	446	578	82	137	181	0	25	31	350	608	790

3 Bodemdaling

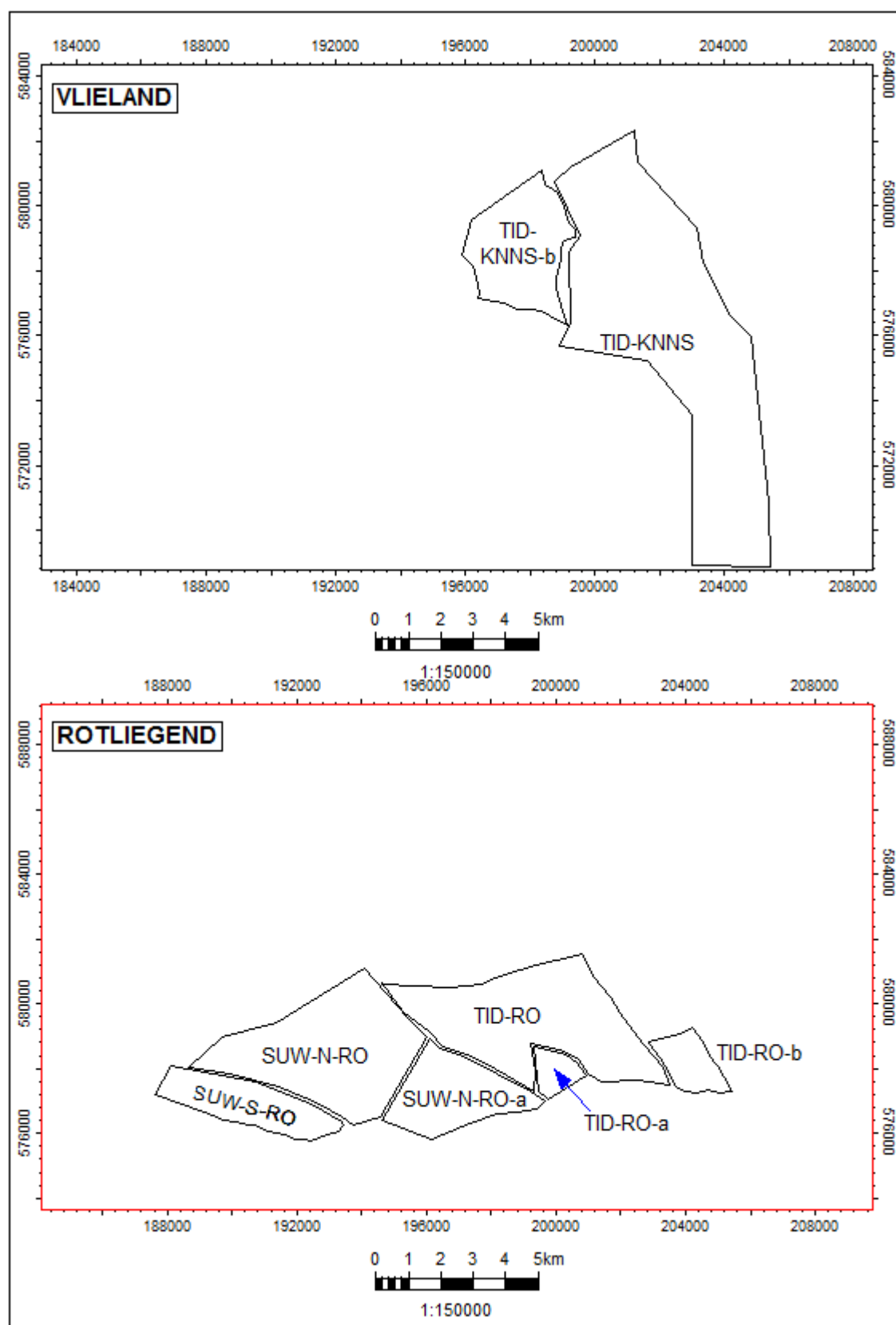
Figuur 3-1 laat de contouren van de depletie gebieden zien van de huidige productie zonder nieuwe ontwikkelingen. Dit is hetzelfde als Figuur 16-8 in versie 5.1, maar nu zijn alleen de contouren voor de blokken die al ontwikkeld zijn weergegeven.

In Tabel 3-1 staat het diepste punt van elke bodemdalingskom; dit zijn dezelfde gegevens als in Tabel 16-1 in versie 5.1, maar nu alleen voor de blokken die al ontwikkeld zijn.

Figuur 3-2 laat de samengestelde historische bodemdaling zien op 1-1-2020 zoals deze ook is weergegeven in Figuur 6-3 in het winningsplan versie 5.1 [Ref 1].

In de toekomst is er nog enige bodemdaling door winning die in het verleden plaatsvond, doordat er een vertraging zit tussen productie en bodemdaling (naijl-daling) en door het voortzetten van de productie van de huidige putten. Deze bedraagt minder dan 5 cm op het diepste punt, zie Figuur 3-3. Figuur 3-5 laat de bodemdaling versus tijd zien voor het diepste punt van de bodemdalingskom. Hieruit blijkt dat het grootste deel van de bodemdaling in het verleden ligt.

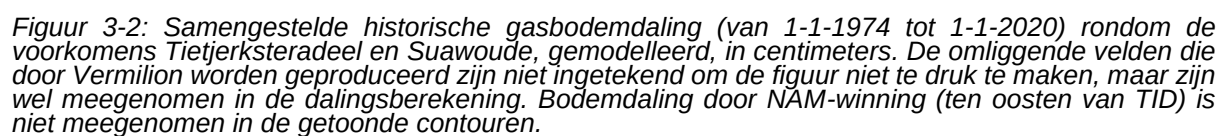
De samengestelde uiteindelijke (historisch vanaf 1970 + toekomstig) voorspelde maximale gas-bodemdaling (P10) is weergegeven in Figuur 3-4. Het diepste punt ligt boven het deelvoorkomen Tietjerksteradeel en bedraagt maximaal 24 cm (P10), exclusief autonome daling.

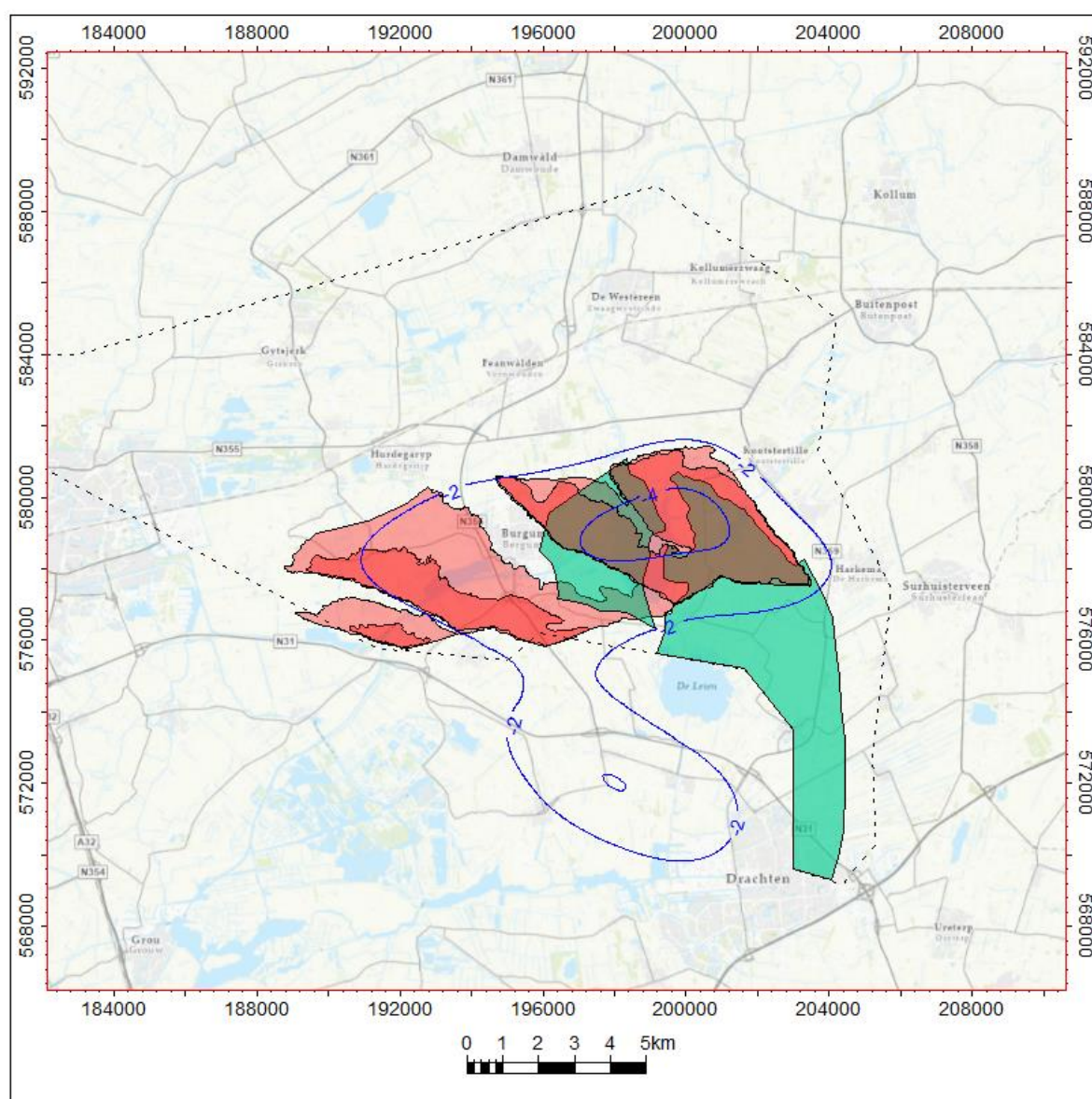


Figuur 3-1: Contouren van de depletiegebieden van de deelvoorkomens gebruikt voor de bodemdalingsberekeningen. Voor de Rotliegend deelvoorkomens zijn de gehele breukblokken weergegeven. Voor de Vlieland is een uitbreiding geschat o.b.v. regionale data.

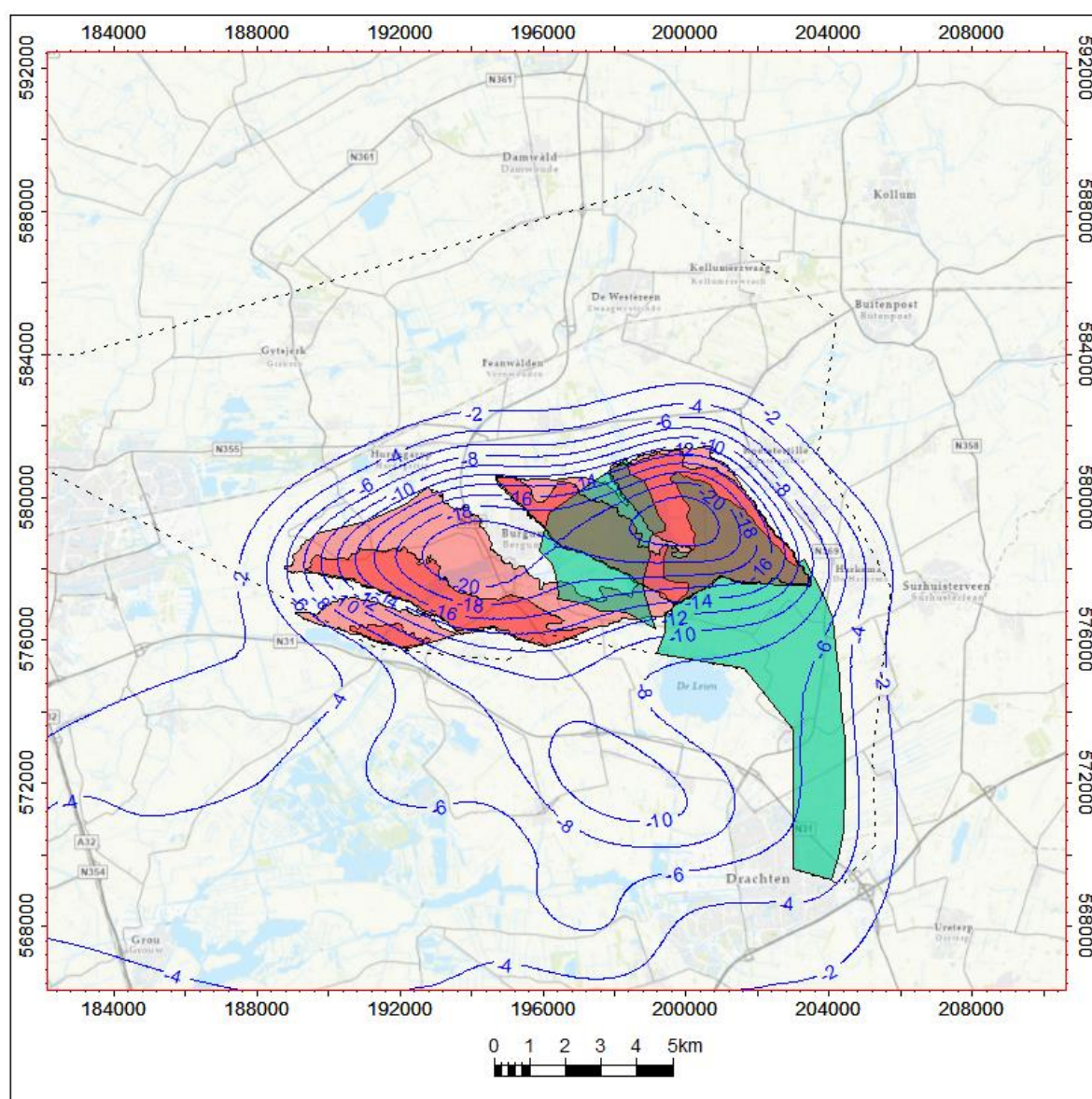
Tabel 3-1: Diepste punt bodemdalingskom (P10) per deelvoorkomen gebruikt voor bodemdalingskaarten [cm].

Daling in diepste punt van de bodemdalingskom per blok in cm (exclusief autonome daling)	Historisch	Uiteindelijk (zonder verdere ontwikkeling)	Opmerking
TID-RO	14	18	Gekalibreerd aan metingen
TID-RO-a	1	1	O.b.v. metingen reeds deels gedepleteerd. P10 ROSL+ROCLT
TID-RO-b	2	3	O.b.v. metingen reeds deels gedepleteerd. P10 ROSL+ROCLT
TID-KNNS	5	6	Gekalibreerd aan metingen
TID-KNNS-b	1	1	O.b.v. metingen reeds deels gedepleteerd. P10
SUW-N-RO	16	19	Gekalibreerd aan metingen
SUW-N-RO-a	6	8	O.b.v. metingen reeds deels gedepleteerd.
SUW-S-RO	3	3	Gekalibreerd aan metingen + P10.

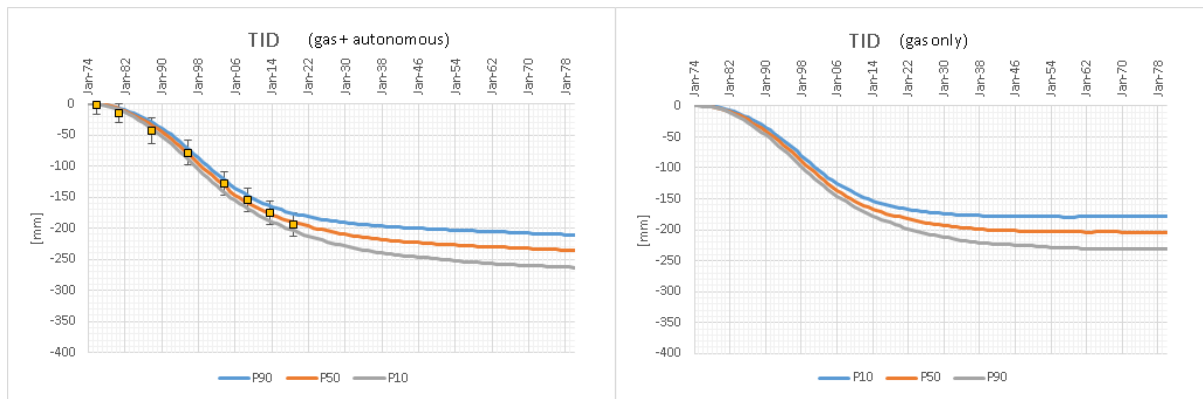




Figuur 3-3: Toekomstige verwachte samengestelde gasbodemdaling (P10, vanaf 1-1-2020), in centimeters. De omliggende velden die door Vermilion worden geproduceerd zijn niet ingetekend om de figuur niet te druk te maken, maar zijn wel meegenomen in de dalingsberekening. Bodemdaling door NAM-winning (ten oosten van TID) is niet weergegeven.



Figuur 3-4: Uiteindelijke samenstelde gasbodemdaling (P10) rondom de voorkomens Tietjerksteradeel en Suawoude, in centimeters, vanaf 1-1-1974. De omliggende velden die door Vermilion worden geproduceerd zijn niet ingetekend om de figuur niet te druk te maken, maar zijn wel meegenomen in de dalingsberekening. Bodemdaling door NAM-winning (ten oosten van TID) is niet meegenomen in de berekening.



Figuur 3-5: Geschat tijdsverloop van de bodemdaling op het diepste punt van de gecombineerde kom (boven TID-RO, zie Figuur 3-4). Links is inclusief autonome daling, rechts alleen gasdaling. De daling op dit punt is een samenstelling van de historische daling uit TID-RO en TID-KNNS en de verwachte daling ten gevolge van het continueren van de productie van de bestaande putten uit deze deelvoorkomens.

4 Seismische Risico Analyse

Het Tietjerk Winningsplan versie 5.1 [Ref. 1] heeft een uitgebreide seismische risico analyse voor de bestaande producerende velden en de prospects die Vermilion heeft geïdentificeerd. In deze aanvulling is alleen de seismische risico analyse van productie uit de bestaande voorkomens uitgelicht uit versie 5.1. Dit is geen nieuwe seismische risico analyse; al deze gegevens staan ook in Bijlage 17 in versie 5.1.

4.1 Niveau 1: Screening Potentieel

De studie *Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland* (TNO, Ref. 2 en 3) (DHAIS) gebruikt gegevens over seismiciteit (bron: www.knmi.nl), drukdata en eigenschappen van de verschillende voorkomens. Aan de hand van de volgende parameters van een olie- of gasvoorkomen wordt de kans bepaald dat zich, op enig moment gedurende de productie van een voorkomen, een beving voordoet:

- $\Delta P/P_{ini}$ = de ratio van drukval (ΔP) en initiële druk (P_{ini}) in het reservoir;
- E = de verhouding tussen de Young's moduli (stijfheidsmoduli) van de 'overburden' en het reservoirgesteente
- Parameter B wordt gedefinieerd door de volgende vergelijking:

$$B = \frac{Fault_surface^{3/2}}{gross_rock_volume} = \frac{l_b^{3/2} \cdot h^{3/2}}{A \cdot h} = \frac{l_b^{3/2} \cdot \sqrt{h}}{A}$$

Waarbij:

l_b = De totale breuklengte van de intra-reservoir breuken en de randbreuken van het voorkomen in meters;

h = De maximale dikte van de gaskolom van het voorkomen in meters;

A = De oppervlakte van het voorkomen gemeten binnen de GWC dieptecontour (in vierkante meters);

De DHAIS kans-classes worden hieronder weergegeven (met P_h de kans op beven van het voorkomen) voor voorkomens die in het verleden nog niet gebeefd hebben. Voor voorkomens die in het verleden reeds gebeefd hebben bepaald de maximale sterkte van de beving of een Niveau-2 analyse nodig is.

Tabel 4-1: DHAIS kans-classificatie (TNO, Ref. 2 en 3) voor voorkomens die in het verleden nog niet gebeefd hebben. De kans betreft bevingen met een magnitude $M > 1.5$.

$\Delta P/P_{ini} \geq 28\%$	B > 0,86 en $E \geq 1,34$: $P_h = 0.42 \pm 0.08$
	B > 0,86 en $1,01 \leq E \leq 1,33$: $P_h = 0.19 \pm 0.05$
	B < 0,86 en/of $E < 1,01$: verwaarloosbare kans
$\Delta P/P_{ini} < 28\%$	Verwaarloosbare kans

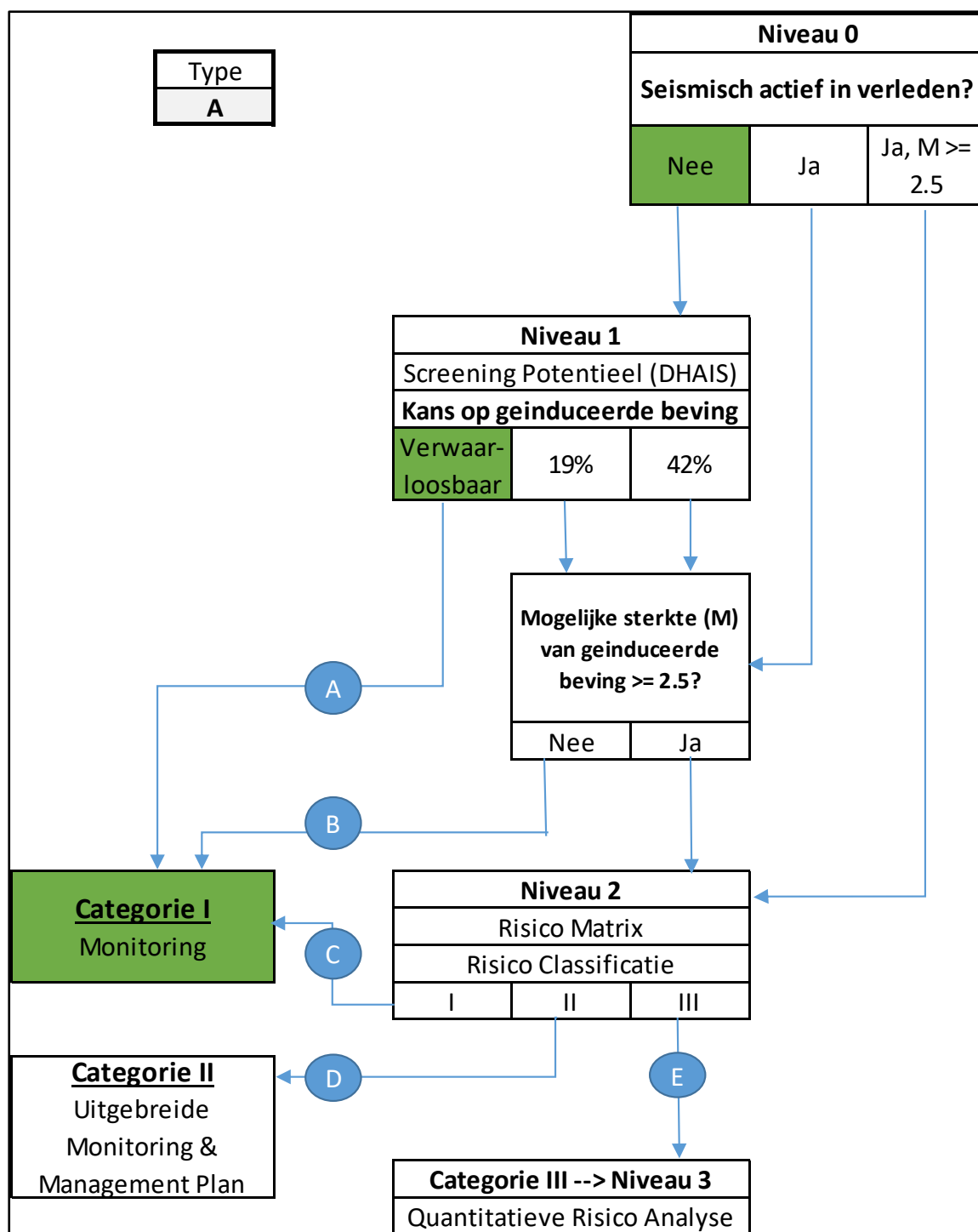
De grenswaarde voor de drukval als gevolg van gaswinning waaronder geen geïnduceerde bodemtrillingen zijn gemeten, is 28% van de initiële reservoirdruk. De reeds behaalde of verwachte drukval in alle deelvoorkomens van dit winningsplan is groter dan 28%, waardoor in alle gevallen de B- en E-factoren zijn berekend.

Het resultaat van het doorlopen van de SRA per deelvoorkomen is weergegeven in Tabel 4-2. Alle Ten Boer deelvoorkomens hebben een verwaarloosbare kans op een beving met $M > 1.5$. Dit komt door de beperkte netto dikte van deze lagen, waardoor de B-factor laag is. Hetzelfde geldt voor de Vlieland deelvoorkomens, omdat die een lage E factor hebben (de Vlieland kleisteen is erg slap). De Ten Boer en Vlieland deelvoorkomens vallen dus in Categorie I. Deze conclusie is schematisch weergegeven in Figuur 4-1.

De B-factor van de Rotliegend Slochteren formaties komt in alle gevallen boven de drempelwaarde (0.86) uit. Dit komt doordat deze formaties een grote dikte hebben, en meer breuken. Ook de E factor ligt boven de drempelwaarde. Omdat de maximale sterkte van een geïnduceerde beving boven de $M=2.5$ uitkomt voor alle Rotliegend Slochteren formaties is in alle ROSL gevallen een Niveau-2 analyse nodig is. De Niveau-2 analyse is beschreven in paragraaf 4.2.

Tabel 4-2: Resulterende categorie per deelvoorkomen. In blauw de deelvoorkomens waarvoor een Niveau-2 analyse vereist is; in groen de deelvoorkomens waarvoor dit niet vereist is volgens de Niveau-1 analyse. Zie Figuur 4-1 voor de verklaring van de "Type" letters.

Formatie	Deelvoorkomen	B factor	E factor	Cat.	Type	Opmerking
Rotliegend	TID-RO (incl. TID-RO-a) ROSL	3.5	1.28	I	C	Niveau-2 analyse resulteert in Cat I
	TID-RO (incl. TID-RO-a) ROCLT	0.82	1.28	I	A	B factor ruim onder drempelwaarde
	SUW-S-ROSL	3.58	1.28	I	C	Niveau-2 analyse resulteert in Cat I.
	SUW-S-ROCLT	0.26	1.28	I	A	B factor ruim onder drempelwaarde
	SUW-N-RO (incl. SUW-N-RO-a) ROSL	3.27	1.28	I	C	Niveau-2 analyse resulteert in Cat I
	SUW-N-RO (incl. SUW-N-RO-a) ROCLT	0.38	1.28	I	A	B factor ruim onder drempelwaarde
Vlieland	TID-KNNS		0.78	I	A	E factor ruim onder drempelwaarde B factor ruim onder drempelwaarde



Figuur 4-1: SRA beslisboom toegepast voor Categorie I – type A. Dit betreft de Rotliggend deelvoorkomens waarvoor de B-factor onder de drempelwaarde valt, en het Vlieland deelvoorkomen.

Tabel 4-3: Parameters voor SRA Niveau-1 analyse.

		TID-RO (incl TID- RO-a) ROSL	TID-RO (incl TID- RO-a) ROCLT	SUW-S- ROSL	SUW-S- ROCLT	SUW-N- RO (incl SUW-N- RO-a) ROSL	SUW-N- RO (incl SUW-N- RO-a) ROCLT	TID- KNNS
Reservoir Zone		RO	RO	RO	RO	RO	RO	KNNS
Seal/Overburden		ZEZ1A	ZEZ1A	ZEZ1A	ZEZ1A	ZEZ1A	ZEZ1A	KNNC
Depth (GWC)	[mTVDss]	2500	2500	2470	2470	2486	2486	1940
Initial pressure	[bar]	284	284	284	284	284	284	219
Dp/Pini	[-]	96%	96%	96%	96%	96%	96%	95%
Total Fault Length	[m]	29651	33722	3700	4500	15275	19325	0
Longest Fault	[m]	6400	6400	3100	3100	5800	5800	0
Area @ GWC	[km ²]	17.7	20.8	0.8	3.2	7.0	19.3	40.2
h gas column	[m]	147	7.5	147	7.5	147	7.5	15
B factor	[-]	3.50	0.82	3.58	0.26	3.27	0.38	0.00
Data sources E		TNO NITG 04-171-C						HPS-01 KNNS
Overburden, Vp	[m/s]							HPS-01 KNNC
Overburden, Vs	[m/s]							2805
Overburden, rho	[kg/m ³]							1676
Reservoir, Vp	[m/s]							2515
Reservoir, Vs	[m/s]							3393
Reservoir, rho	[kg/m ³]							1851
Static E Overburden	[GPa]							2504
Static E Reservoir	[GPa]							10.7
E factor	[-]	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	13.8
Historic Seismicity?		N	N	N	N	N	N	N
M_hist		0	0	0	0	0	0	0
Num events > 1.5		0	0	0	0	0	0	0
DHAIS threshold for Mmax calculation exceeded?		Y	N	Y	N	Y	N	N
Height longest fault	[m]	147	8	147	8	147	8	15
Poisson ratio reservoir	[-]	0.23	0.20	0.23	0.20	0.23	0.20	0.29
Compaction for Mmax from		Gross elastic log average						
Cm (for Mmax computation)	[1/bar]	3.16E-06	4.93E-06	3.16E-06	4.93E-06	3.16E-06	4.93E-06	5.54E-06
Height (for compaction)	[m]	150	50	150	50	150	50	15
Mmax	(fte)	3.87	2.15	3.66	1.94	3.84	2.12	NA
	(comp)	3.62	3.37	2.71	2.83	3.35	3.35	3.07
De waarden voor de Young's modulus E zijn gecorrigeerd van dynamisch naar statisch.								

De $M_{\max}$ op basis van de gedetailleerde geo-mechanische studie [Ref. 1] is substantieel lager dan de $M_{\max}$ op basis van de generieke SRA [Ref. 4].

4.2 Niveau 2: Risico Matrix

De Niveau-2 analyse is noodzakelijk voor de deelvoorkomens in de Rotliegend Slochteren (zie Tabel 4-2).

De factoren die voor de Niveau-2 analyse gebruikt worden zijn opgedeeld in de invloedfactoren ondergrond (Tabel 4-4) en de invloedfactoren bovengrond (Tabel 4-5). Per deelvoorkomen is in Tabel 4-6 de score weergegeven. De scores zijn gebaseerd op de data weergegeven in Figuur 4-4 t/m Figuur 4-6.

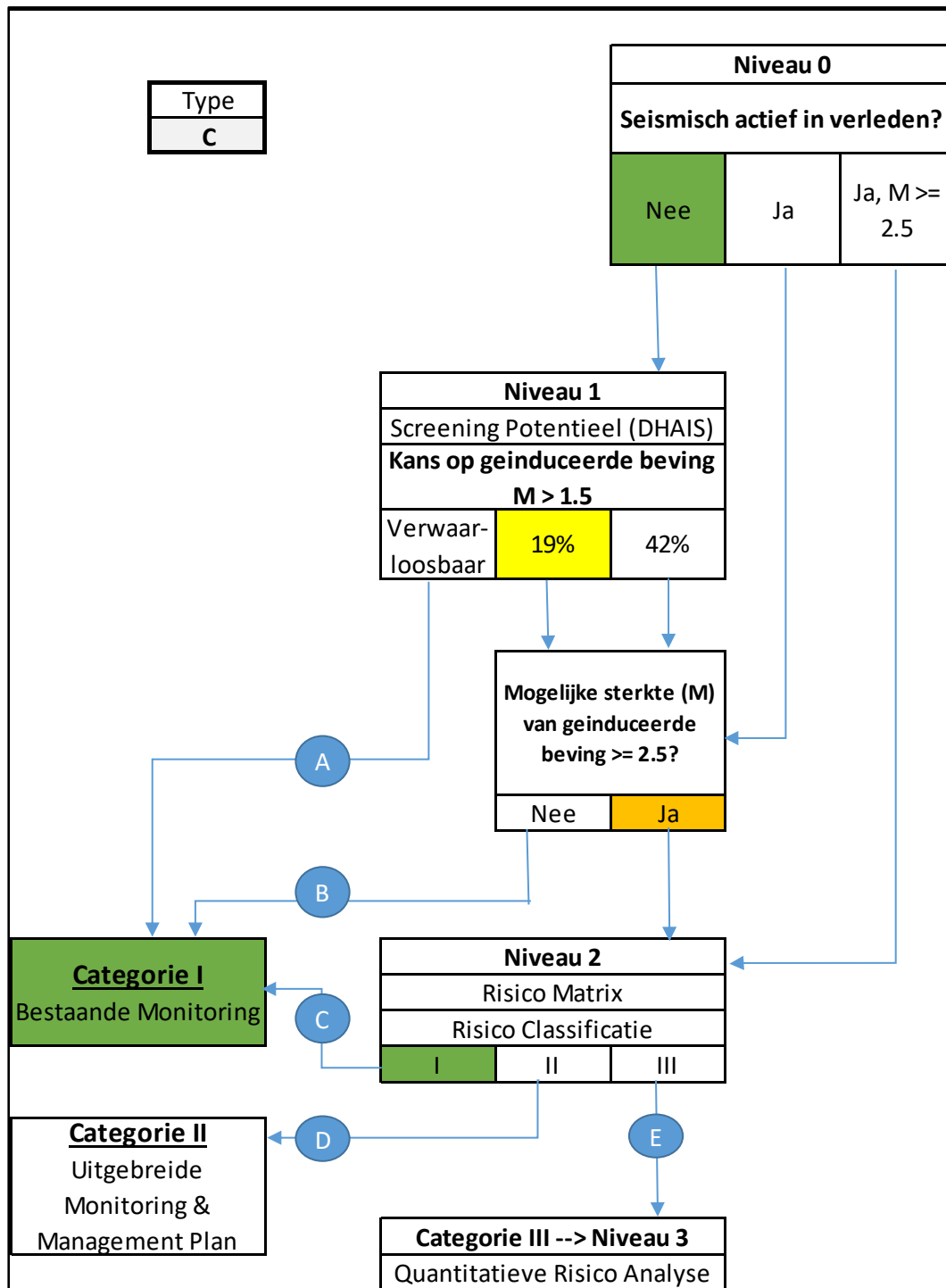
Het resultaat van de Niveau-2 analyse is dat alle deelvoorkomens in Risicocategorie I vallen. Dit is weergegeven in Figuur 4-2 en Figuur 4-3.

Tabel 4-4: Overzicht van de invloedfactoren ondergrond. De ondergrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 14 (de maximale score).

Score	DHAIS	M	Ligging voorkomen	Opslingering
5		Alle methodes > 4.5		
4	Bevend veld; > 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode > 4.5 en/of alle methodes 4.1-4.5		
3	Bevend veld; < 5 bevingen per jaar van M > 1.5	1 methode 4.1-4.5 en/of alle methodes 3.6-4.0		>60% slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of >30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
2	$p = 42\%$ of bevend veld M < 1.5	1 methode 3.6-4.0 en/of alle methodes 3.1-3.5	Boven de lijn Amsterdam-Arnhem	30-60% slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of 15-30% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
1	$p = 19\%$	1 methode 3.1-3.5 en/of alle methodes 2.6-3.0		10-30% slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of 5-15% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.
0	Verwaarloosbaar	1 methode 2.6-3.0 en/of alle methodes ≤ 2.5	Onder de lijn Amsterdam-Arnhem	<10 % slappe grond ($V_{s,30} \leq 200\text{m/s}$) en/of < 5% grondsoort die extra gevoelig zijn voor amplificatie, zoals veenlagen dikker dan 3m en slappe veenlagen met een dikte van 1m-3m gelegen op een stijve ondergrond.

Tabel 4-5: Overzicht van de invloedfactoren bovengrond. De bovengrond-score wordt berekend door de individuele scores op te tellen, en het totaal te delen door 16 (de maximale score).

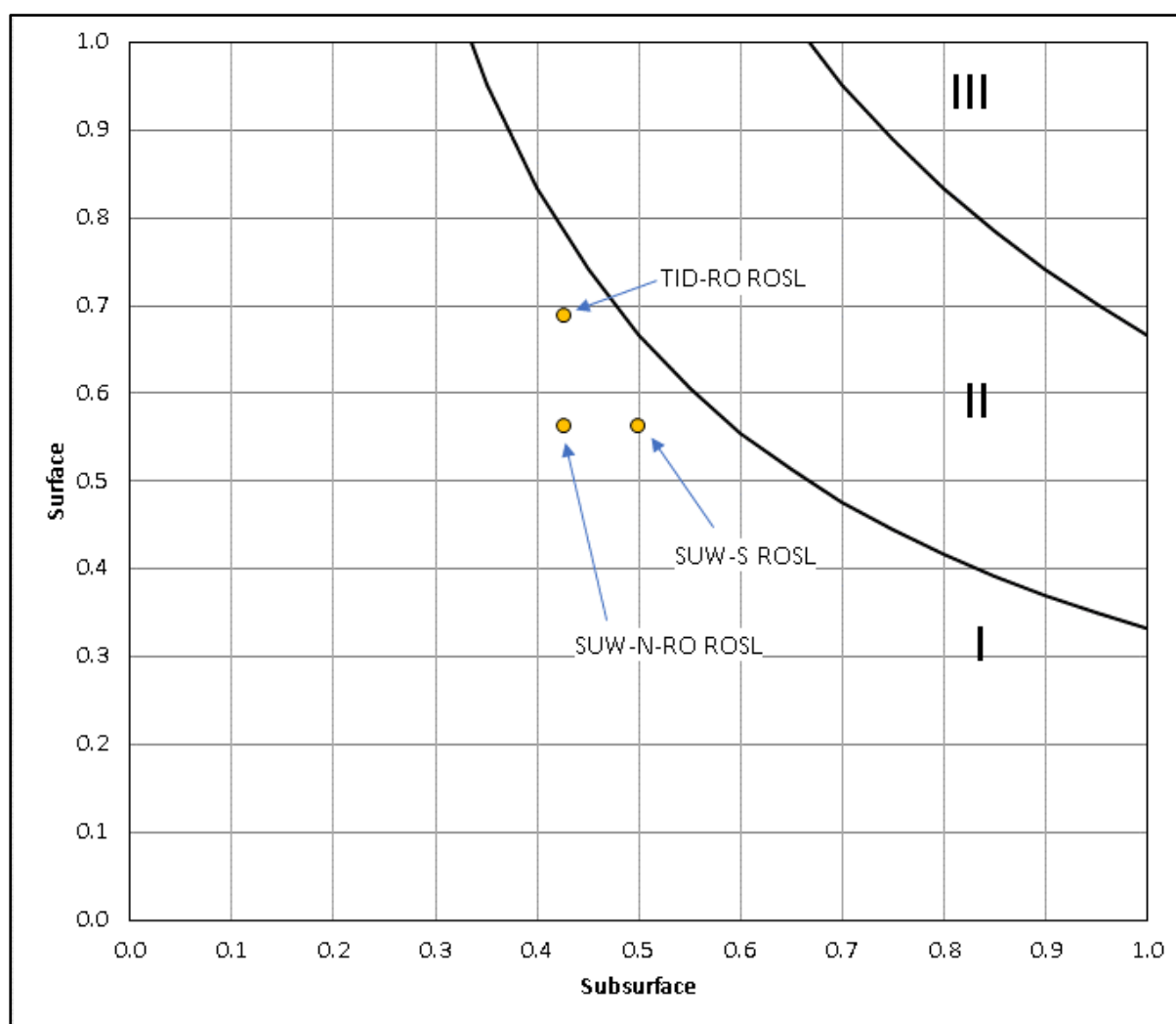
Score	Bevolkings-dichtheid	Industriele inrichtingen	Speciale gebouwen en vitale infrastructuur	Dijken
4	>2500 inwoners/km ²	Meerdere direct boven het veld	Meerder ziekenhuizen en/of energievoorzieningen direct boven het veld	Primaire dijken boven het veld
3	1000-2500 en/of 500-1000 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 boven het veld en/of meerdere binnen 5 km rond het veld.	1 ziekenhuis en/of energievoorziening direct boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld. Meerdere scholen, tehuizen en/of publieksgebouwen direct boven het veld	Primaire dijken binnen 5 km rond het veld en/of secundaire dijken boven het veld
2	500-1000 en/of 250-500 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld	1 binnen 5 km rond het veld.	1 school, tehuis en/of publieksgebouw boven het veld of meerdere binnen 5 km rond het veld.	Secundaire dijken binnen 5 km rond het veld
1	250-500 en/of <250 met wijken bestaande uit flats/appartementencomplexen binnen 5 km rond het veld		1 school, tehuis en/of publieksgebouw binnen 5 km rond het veld.	
0	<250	Geen binnen 5 km rond het veld	Geen boven en/of binnen 5 km rond het veld	Geen dijken binnen 5 km rond het veld



Figuur 4-2: SRA beslisboom toegepast voor Categorie I – type C. Dit betreft de Rotliggend deelvoorkomens waarvoor de B-factor over de drempelwaarde valt en een Niveau 2 analyse noodzakelijk is.

Tabel 4-6: SRA Niveau-2 score per deelvoorkomen.

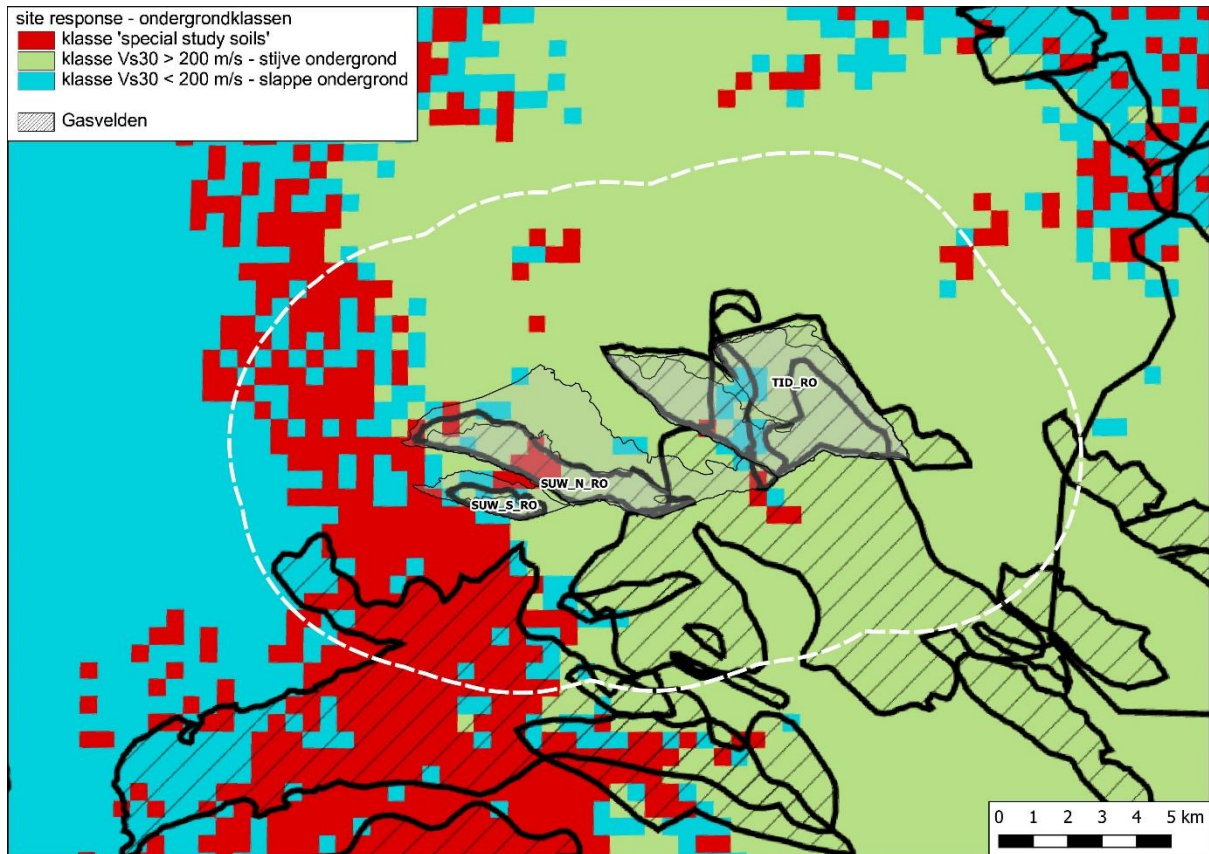
Voorkomen	Score invloedfactoren ondergrond					Score invloedfactoren bovengrond					Categorie
	DHA/S	M	Ligging	Opslingering	Genormaliseerde totaalscore ondergrond	Bevolkingsdichtheid	Industriële inrichtingen	Speciale gebouwen	Dijken	Genormaliseerde totaalscore bovengrond	
TID-RO (incl TID-RO-a) ROSL	1	3	2	0	0,43	1	4	3	3	0,69	I
SUW-S-ROSL	1	2	2	2	0,50	1	3	2	3	0,56	I
SUW-N-RO (incl SUW-N-RO-a) ROSL	1	2	2	1	0,43	1	3	2	3	0,56	I



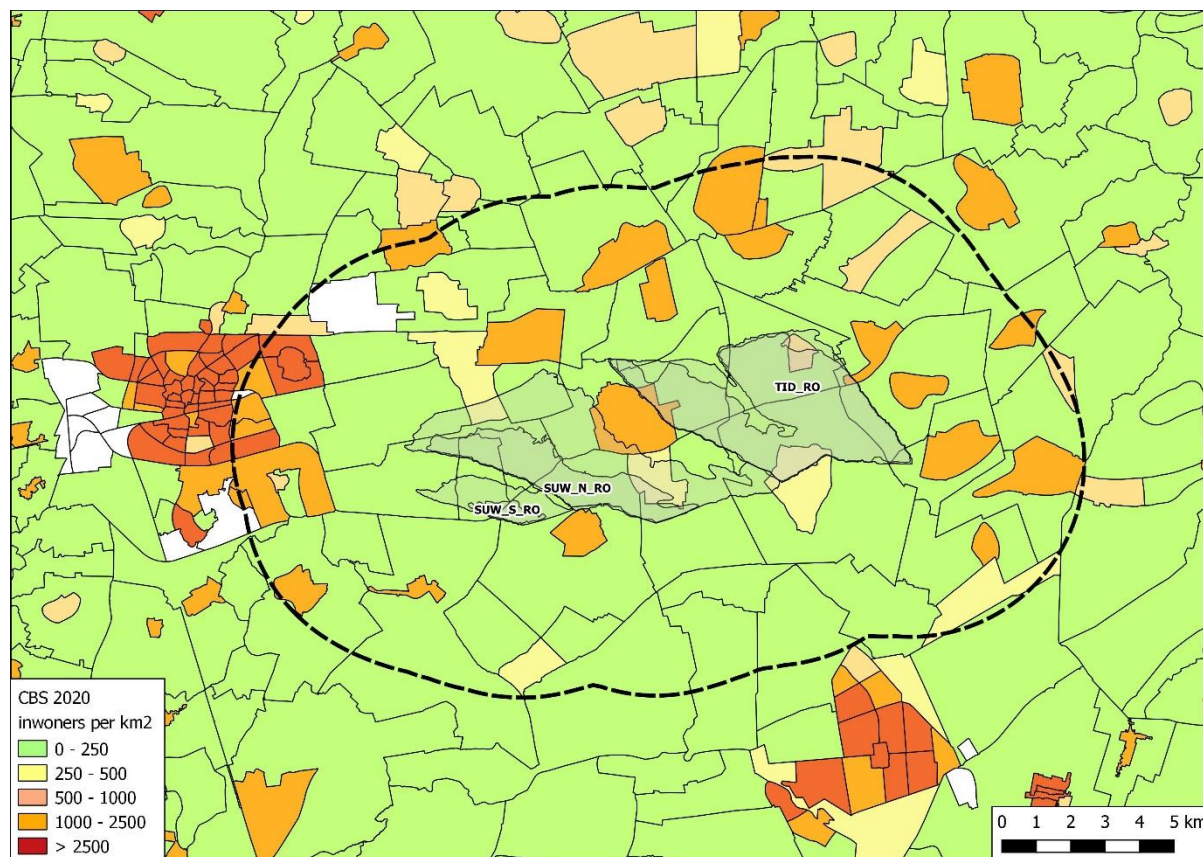
Figuur 4-3: Resultaat van de SRA Niveau-2 analyse: een plot van de invloedfactoren bovengrond versus de invloedfactoren ondergrond geeft aan binnen welke Risicocategorie een deelvoorkomen valt.

4.3 Kaarten t.b.v. oppervlakte factoren in Niveau 2: Risico Matrix

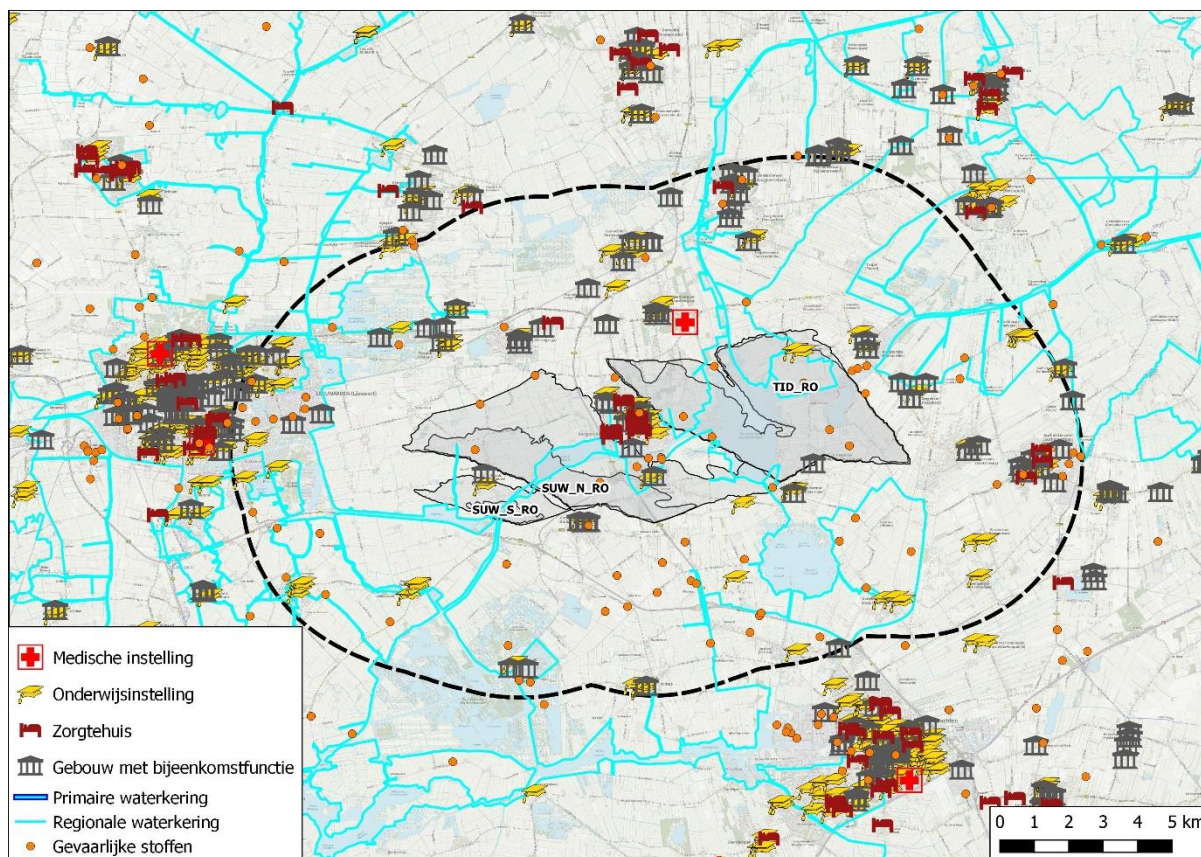
Deze paragraaf heeft de kaarten die gebruikt zijn om de score te bepalen van de oppervlakte factoren. In de kaarten worden alleen de Rotliegend voorkomens getoond omdat die verantwoordelijk zijn voor het seismische risico.



Figuur 4-4: Grondsoorten in de buurt van de Rotliegend deelvoorkomens (bron: TNO NITG 03-186-C). De witte stippellijnen geven de 5 km zones rondom de deelvoorkomens aan. De zwarte contouren zijn de veldbegrenzungen die in de brongegevens staan.



Figuur 4-5: Bevolkingsdichtheid op buurniveau rondom de Rotliegend deelvoorkomens (bron: CBS, 2019). De oranje stippellijnen geven de 5 km zones rondom de deelvoorkomens aan.



Figuur 4-6: Overzicht van gevaarlijke stoffen, speciale gebouwen en dijken rondom de Rotliegend deelvoorkomens. De oranje stippellijnen geven de 5 km zones rondom de deelvoorkomens aan (bron: www.risicokaart.nl).

5 Referenties

1. Aanvraag Instemming Winningsplan Tietjerk, Versie 5.1, 31 juli 2020, Vermilion.
2. Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, TNO, 2004 (NITG 04-171-C).
3. Deterministische Hazard Analyse voor Geïnduceerde Seismiciteit in Nederland, TNO, update 2012 (R10198).
4. Methodiek voor Risico-Analyse omtrent geïnduceerde bevingen door gaswinning (Tijdelijke Leidraad), SodM, Februari 2016.