

Quantitatieve risico analyse

Nedmag VE 5/6

Veendam
VDM-05 & VDM-06

Auteurs:

Goedgekeurd:

Versie: 2.0

Datum: 22-03-2018



1 Referentie documenten

1. Handleiding Risicoberekeningen Bevi versie 3.3, 1 juli 2015, Ministerie van volksgezondheid, welzijn en sport
2. Interim Handleiding Risico Berekeningen, kenmerk 10097962, 2 juli 2010, Staatstoezicht op de Mijnen
3. Besluit algemene regels milieu mijnbouw, Ministerie van Economische Zaken, 1 mei 2017
4. Besluit externe veiligheid inrichtingen, 1 januari 2016, ministerie van Infrastructuur en Milieu
5. Evaluation of the hydrocarbon risk for the wells VE-05 & VE-06 (VDM-05 & VDM-06), juli 2017, Nedmag BV
6. Detailed Design Document VE-5 (VDM-05), November 2017, Nedmag BV
7. Guidance for Complying with BOEM NTL No. 2010-N06 on Worst Case Discharge for Offshore Wells, Society of Petroleum Engineers, 22 september 2010

2 Introductie

Nedmag BV is van plan twee nieuwe boringen uit te voeren. Deze notitie betreft onderdeel van de toelichting bij de aanvraag van een omgevingsvergunning voor de uitvoering van de twee boringen van de zoutwinningsputten VE-5 en VE-6, en beschrijft de plaatsgebonden Quantitatieve Risico Analyse (QRA).

Het “*Besluit algemene regels milieu mijnbouw*” (BARMM, ref.3) artikel 7.1.e beschrijft de definitie van de 10^{-6} per jaar veiligheidscontour, voortvloeiend uit de berekening van het plaatsgebonden risico voor werkzaamheden uit te voeren met mobiele installaties. De plaatsgebonden veiligheidscontour is uitgedrukt als de verzameling punten waarop een gelijke kans is waarvoor geldt: de kans per jaar dat een persoon, die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als een rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting.

Het “*besluit externe veiligheid inrichtingen*” (ref.4), paragraaf 4, definieert dat zich binnen de genoemde veiligheidscontour 10^{-6} geen (beperkt) kwetsbare objecten mogen bevinden.

De “*Handleiding risicoberekeningen Bevi*” (ref.1), uitgegeven door het RIVM, biedt geen onderbouwing voor de berekening van de risico's van boringen en van 'completion' van een put. In plaats daarvan wordt bij de aanvraag voor een boorvergunning afgewogen of de risico's voor de omgeving acceptabel zijn (plaatsgebonden QRA). Om toch een quantitatieve risico analyse uit te voeren voor mijnbouwlocaties, wordt voor de plaatsgebonden risicoberekeningen voor deze QRA gebruik gemaakt van de “*Interim handleiding Risico Berekening*” (ref.2), geplubliceerd door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Deze handleiding beschrijft rekenmethodes die als leidraad dienen voor het bepalen van de plaatsgebonden risico's.

Er zijn 2 scenario berekend voor de plaatsgebonden risicoanalyse, volgens de “*Interim Handleiding Risico Berekeningen*” (ref.2):

1. Catastrofale blow-out waarbij gas uitstroom met maximale uitstroom debieten door de geïnstalleerde verbuizing
2. Uitstroom via een lek in de verbuizing met een grootte van 10% van de inwendige diameter van de verbuizing.

3 Uitstroom potentiaal

Om de risico's te berekenen voor de QRA, moet eerst het uitstroompotentiaal bepaald worden voor de worst-case scenario's. Dit wordt gedaan op basis van het geologisch onderzoek dat is gemaakt voor het ontwerp van de put. Bij dit onderzoek wordt er ook een risico analyse gemaakt van mogelijk aanwezige koolwaterstoffen (*"Hydrocarbon risk assesment"*, ref 5) in de omgeving van de te boren putten. Bij de analyse wordt onder andere gebruik gemaakt van informatie van offset putten, eerder geboorde putten in dezelfde omgeving als het gebied voor de beoogde putten VE-5/6.

3.1 Formatie met hoogste gas uitstroom potentie

Uit de *"Hydrocarbon risk assessment"*, is geconcludeerd dat de formaties weergegeven in Tabel 1 een risico vormen voor gas-uitstroom ten tijde van de uitvoering van de boringen VE-5/6. De belangrijkste eigenschappen voor de berekening van het uitstroompotentiaal (porositeit, permeabiliteit en verticale dikte) van deze formaties zijn weergegeven in Tabel 1. De cumulatieve verticale dikte van deze formaties is circa 90 meter.

Tabel 1 – Formaties met het hoogste risico voor gas-uitstroom

Formatie	Gem. porositeit [%]	Gem. permeabiliteit [mD]	Verticale dikte [m]
Friesland sandstone	19	14	25
Volpriehausen sandstone	21,7	375	30
Rogenstein	30	5-4000	35

3.2 Bepaling worst-case scenario

Een analyse van gasmetingen van offset putten hebben geen hoge gas-waarden gemeten in de formaties tot en met de Zechstein Z3 zouten. Gasmetingen die beschikbaar zijn, zijn afkomstig van de putten KWR-01-S1, TR-3, TR-5, TR-7, TR-8, WDV-05 en ANV-03.

Ondanks dat bij offset putten geen hoge gas-waarden is gemeten, is er een 'worst-case' scenario bepaald in lijn met de richtlijnen opgesteld door de Society of Petroleum Engineers (ref.7). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat zich onverwacht toch gas bevindt in de formaties genoemd in Tabel 1. Uit analyse van de formaties volgt dat de formatie met de hoogste gas-uitstroom potentie de Rogenstein formatie is. Deze formatie heeft over het algemeen een lage permeabiliteit (doorlatendheid) van 5mD en laat dus weinig gasstroming toe, maar bevat ook dunne lenzen (<1m) met een hogere permeabiliteit (tot 4000mD). Als worst-case scenario voor deze QRA is aangenomen dat zich in de Rogenstein formatie een lens van 1m (conservatief scenario) met permeabiliteit van 4000mD bevindt, welke wordt aangeboord en (deels) gas-houdend is. Voor dit scenario is in sectie 3.3 de maximale gas uitstroom bepaald, waarmee het plaatsgebonden- en groepsrisico berekend kan worden.

Tevens is de kans zeer groot dat de formaties in Tabel 1 (groten-)deels watervoerend zijn. Mocht er onverhoopt gasuitstroom plaatsvinden uit een van de genoemde formaties, in combinatie met uitstroom van formatiewater, dan is de verwachting dat de put zichzelf zal "doden"; de hydrostatische druk van een kolom uitstromend water welke de put zal vullen, zal na verloop van tijd de druk in het reservoir balanceren en de uitstroom van gas en water stoppen. Er wordt hierbij aangenomen dat de dichtheid van het water in de formaties zouter, en dus zwaarder, wordt naarmate dieper wordt geboord. Dit terwijl de druk in een eventueel reservoir bepaald wordt door het gemiddelde van de vloeistoffen in de bovenliggende formaties.

3.3 Berekening uitstroompotentiaal

Volgens het gedetailleerde ontwerp voor de putten VE-5/6 zullen de formaties aangegeven in Tabel 1, worden doorboord met een beitel met een diameter van 12 ¼", terwijl een 16" verbuizing dan reeds is geïnstalleerd en gecementeerd. Dit scenario wordt aangenomen ter berekening van het uitstroompotentiaal in geval een gas-houdende laag wordt aangeboord. Stroming door deze verbuizing zal weerstand ondervinden welke leidt tot drukverliezen, afhankelijk van het debiet waarmee het gas en water door de verbuizing stroomt. Andere invloeden op de maximale uitstroom zijn weergegeven in Tabel 2 en Figuur 1.

Tabel 2 – Gesteente parameters voor berekening uitstroompotentiaal

Maximale druk van het reservoir <i>*Aangenomen wordt een hydrostatische gradiënt van 1.05 s.g. bij de top van de Rogenstein formatie, 1000 m verticale diepte</i>	10.300 kPa
Gemiddelde porositeit van de formatie	30%
Minimale water saturatie	30%
Gemiddelde permeabiliteit van de formatie	4000 mD
Maximale dikte van de formatie	1m

De gebruikte parameters voor de berekening voor het uitstroompotentiaal, inclusief de gesteente-parameters beschreven in Tabel 2, zijn weergegeven in Figuur 1 en Figuur 2.

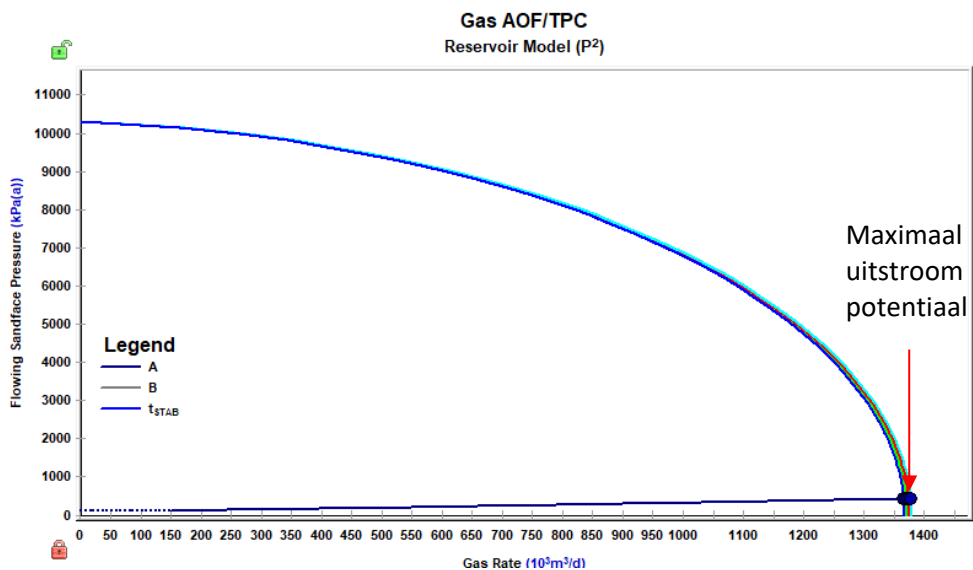
Reservoir Parameters					
Net Pay h	1.0	m	Skin Factor s	0.0	
Porosity ϕ	30.0	%	Frac Half-Length X_f		m
Water Saturation S_w	30.0	%	Turbulence Factor D	0.04112	$1/10^3 \text{ m}^3/\text{d}$
Permeability k	4000.000	mD	Stabilization Time t_{stab}	179.4	h
Reservoir Pressure P_R	10300	kPa(a)	User Time t_1	89.7	h
Drainage Area A	10000	ha	User Time t_2	44.9	h
Initial Gas-in-Place G_i	2220.539	10^6 m^3	User Time t_3	22.4	h

Figuur 1 – Parameters ingevoerd in het model om uitstroompotentiaal te berekenen. De turbulentiefactor is bepaald aan de hand van 'Advanced Reservoir Engineering; Tarek H. Ahmed, Paul D. McKinney'. Skin factor is op 0 gezet, wat het meest conservatieve scenario is. 'Stabilization time' en 'user time' zijn model output parameters.

Gas Properties		
Use Gas	☒	
Gas Gravity	0.636	
N_2	2.40	%
CO_2	1.70	%
H_2S	0.00	%

Figuur 2 – Gas-verontreiniging ingevoerd in het model om uitstroompotentiaal te berekenen, gebaseerd op offset data. Overige deel van het gas bestaat uit methaan.

Het uitstroompotentiaal van de Rogenstein formatie via de geïnstalleerde verbuizing, is gemodelleerd en wordt getoond in Figuur 3.

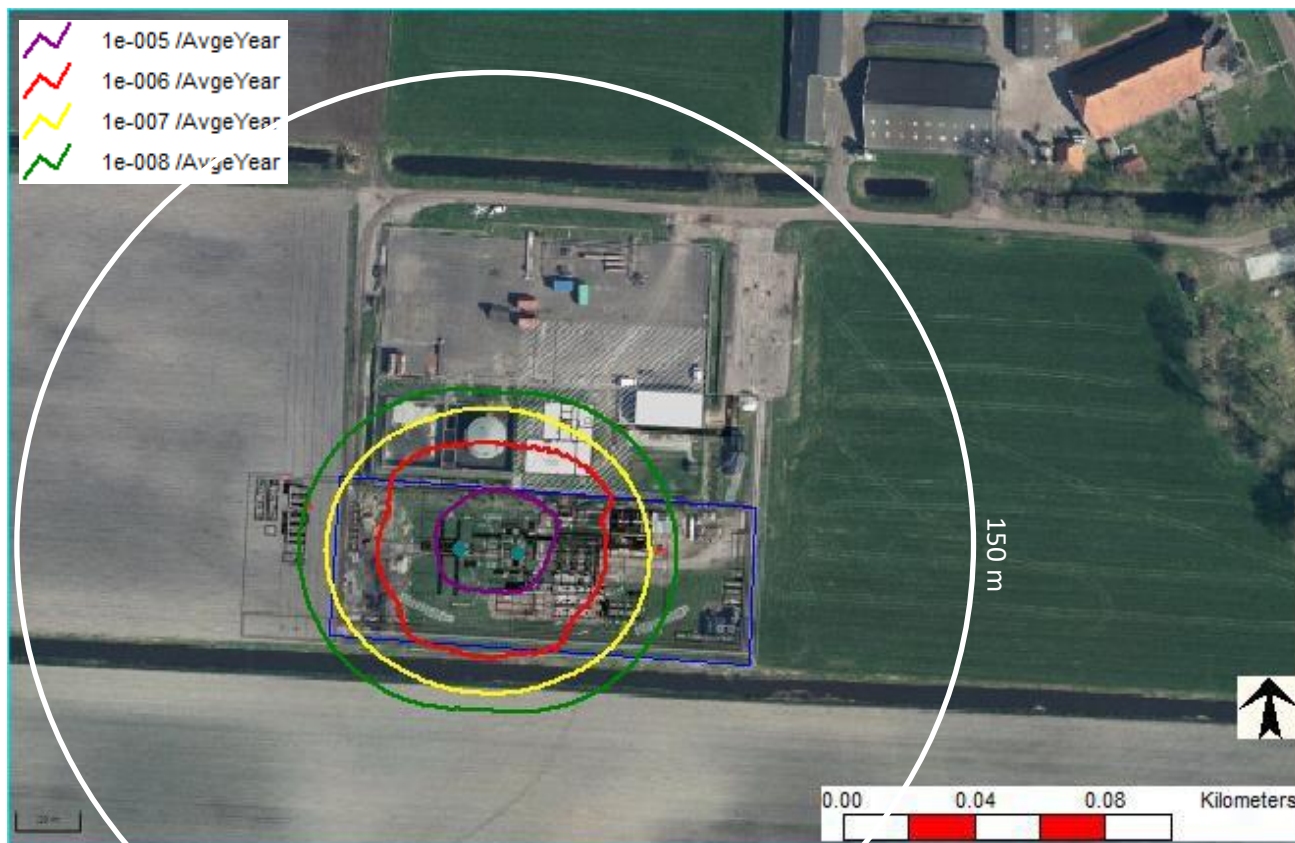


Figuur 3 - Uitstroom potentiaal Rogenstein formation

De uitkomsten voor de twee scenario's, zoals beschreven in "Interim Handleiding Risico Berekeningen" (ref.2) en samengevat in hoofdstuk 2, geven een uitstroom debiet van respectievelijk 1.393×10^3 m³/dag (10,58 kg/s) voor een catastrofale blow-out (scenario 1) en 1.383×10^3 m³/dag (10,50 kg/s) voor uitstroom via een lek (scenario 2, zie ook figuur 3).

4 Resultaat en conclusie

Met behulp van het gemodelleerde uitstroompotentiaal is de 10^{-6} veiligheidscontour bepaald, zoals gedefinieerd in het “*besluit externe veiligheid inrichtingen*” (ref.4). De veiligheidscontour is berekend aan de hand van Interim Handleiding Risico Berekeningen (ref.2) en hieronder weergegeven in figuur 4 (rode contour).



Figuur 4 - Veiligheidscontour boringen VE-5 & VE-6 en 150m contour (wit).

Het “*besluit externe veiligheid inrichtingen*” (ref.4), paragraaf 4, stelt dat zich binnen de veiligheidscontour 10^{-6} geen (beperkt) kwetsbare objecten mogen bevinden. Uit Figuur 4 blijkt dat aan dit artikel wordt voldaan voor het plaatsgebonden risico, daar er geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de rode contour vallen.

Daar er zich geen (beperkt) kwetsbare objecten binnen de 150 m contour bevinden, is het groepsrisico niet te berekenen en wordt automatisch ook voldaan aan de vereisten van het groepsrisico.