



Toldijk 17-19
P.O. Box 612
7900 AP Hoogeveen, Netherlands
Phone +31 528 22 77 10 or 11
Fax +31 528 22 77 15
Email: info@we-p.nl

MEMORANDUM

To: NEDMAG, Veendam

Subject: Analyse invloed bodemdaling op de integriteit van de productie verbuizing

Author: W. Vink

Date: 1 October 2018, v1

Reviewed: P. Fokker

Approved:

Introductie

In deze memo wordt geanalyseerd wat de invloed is van de bodemdaling op de integriteit van de productie-verbuizing. Dit als onderdeel van een nieuwe winningsplan-aanvraag waarbij de verwachte bodemdaling op het diepste punt tot 95cm gaat. Beschadiging van casing door gesteentevervorming is een bekend fenomeen. De vraag die er ligt is of de verbuizingen bij Nedmag in het TR-cluster bestand zijn tegen de gesteentevervormingen, behorend bij de geplande bodemdaling.

Door productie van zout vindt er bodemdaling plaats. Hierbij is de bodemdaling op maaiveld niet helemaal gelijk aan de bodemdaling in de ondergrond.

Faal mechanisme

De mechanismes die de verbuizing kunnen beschadigen zijn:

1. Compressie en 'bulging-burst', is alleen toepasbaar bij een gecementeerde verbuizing die over een compacterend reservoir of zoutmassief is geplaatst. Dit is niet het geval bij Nedmag bij de casings, die in extensie gebracht worden door compactie van (met name) de bischofietlagen (waar zich geen verbuizing bevindt)
2. Afschuiving van faults (breuken).
3. Extensie door relaxatie van gesteente, door de boogwerking (arching) van spanningen boven de cavernes (of reservoirs)

Afschuiving

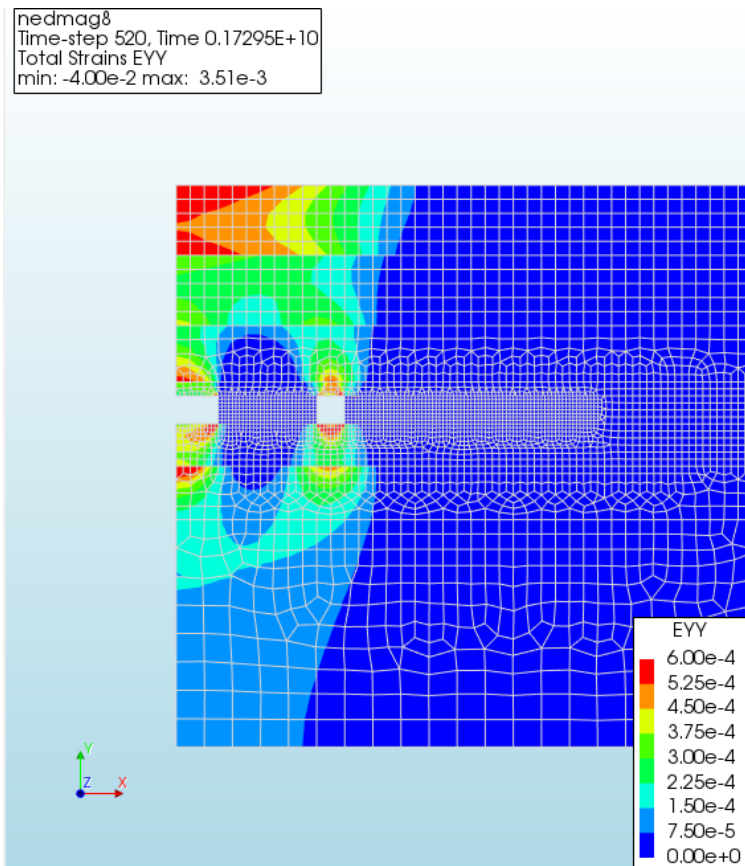
De spanningaveranderingen, mits voldoende groot, kunnen zorgen voor het glijden van een breukvlak of van een formatietransitie (materiaalovergang), die vervolgens de verbuizingen kunnen verbuigen of, bij grote verplaatsingen, kunnen scheuren. De spanningsveranderingen in de overburden door de zoutwinning zijn echter heel beperkt. In het algemeen worden de lagen boven het zout zelfs een beetje stabiel door zoutwinning, omdat de spanning in verticale richting in het midden van de kolom toenemen en de horizontale spanningen toenemen, wat de bestaande schuifspanning verlaagt. Alleen aan de randen van het veld is dit andersom, maar hier zijn de spanningsveranderingen nog geringer (1-3 MPa), waardoor een breuk reeds kritisch belast zou moeten zijn om af te schuiven. Dit is niet waarschijnlijk, getuige het geringe aantal casingschades en seismische events uit de Buntzandsteen bij de gaswinning en zoutwinning tot nu toe. Dit is temeer zo omdat de originele (voor mijnbouw) in-situ spanningen in de ondergrond waarschijnlijk "ongunstig" georiënteerd zijn voor beweging van breuken die zich in de zandsteen- en kleisteenlagen boven de zoutlagen bevinden (referentie: *Urai Risico aardtrillingen Nrd-Ned door zoutwinning Nedmag 09012017 Rev. Final (1)*).

Vertikale overbelasting

De ongelijke bodemdaling zorgt voor een axiale verlenging van de verbuizing. Middels FEM calculatie is de maximale verticale rek 0.05% bij een bodemdaling van 95cm (diepste punt). De verbuizing (casings) zijn bovenin afgehangen in de putmond. Ten tijde van afhangen heeft de verbuizing bovenin een ahangrek door zijn eigen gewicht. Na het cementeren van de verbuizing is de rek afgenomen door de opwaartse kracht (buoyancy) van de hogere dichtheid van het cement.

De rek van het gesteente vertaalt zich voor gecementeerde gedeeltes in een vrijwel gelijke rek van het staal, met hoogstens middeling of lengtes van 10-20 m (door afschuif tussen casing en cement) . Voor niet gecementeerde delen kan zal de casingrek een gemiddelde aannemen van de gesteenterek. Hier is in het ongunstige geval de additionele rek (0.05%) complementair aan de ahangrek, in de sectie tussen de putmond en de cement. De verbuizing heeft een veiligheidsmarge van 1.3-3.3 tot falen, de maximum sterkte van de verbuizing wordt bepaald door de connectie (afhankelijk van gekozen type pijp). In de praktijk kunnen gecementeerde buizen vaak ook plastisch rekken, maar dat zal hiet vermoedelijk niet gebeuren Ondanks de rek zullen de verbuizingen niet beschadigd raken door verticale overbelasting, zie onder het overzicht van de belasting op de verbuizing bij de putten van NEDMAG:

Well	Last Cemented		TOC LCC		String	Own weight	Subsidence	Subsidence	Remaining
	Casing	UTS (ton)	AH BGL (m)	TVD BGL (m)	Weight (ton)	Stretch (m)	Stretch (m)	Force (ton)	SF
TR-1	10 3/4	518	678,0	673,0	104	0,77	0,34	212	2,4
TR-2	10 3/4	518	605,1	605,0	105	0,75	0,30	214	2,4
TR-3	10 3/4	518	888,0	818,5	105	0,83	0,41	205	2,5
TR-4	10 3/4	518	871,0	818,8	118	1,02	0,41	220	2,4
TR-5	10 3/4	518	0,0	0,0	108	0,81	0,00	108	4,8
TR-6	10 3/4	518	706,0	701,6	111	0,86	0,35	219	2,4
TR-7	9 5/8	499	845,0	736,2	85	0,80	0,37	166	3,0
TR-8	9 5/8	499	800,0	702,6	91	0,87	0,35	173	2,9
TR-9	9 5/8	518	2135,7	1497,1	94	1,15	0,75	159	3,3
VE-1	10 3/4	200	574,2	574,2	68	0,59	0,29	146	1,4
VE-2	10 3/4	200	843,1	789,8	69	0,69	0,39	142	1,4
VE-3	10 3/4	200	1028,0	937,6	79	0,87	0,47	150	1,3
VE-4	10 3/4	200	750,0	701,9	70	0,70	0,35	143	1,4



Figuur: verticale rek bij 95 cm bodemdaling door zoutwinning in een axiaalsymmetrische benadering, met een maximum van circa 0.05% (0.5 promille) in de Bunterzandsteen en in de ondiepe (en zeer slappe) bovenlagen.