

Vervormingen casing TR7 2024 update



Auteurs

5.1.2.e

Review:

5.1.2.e

Version:

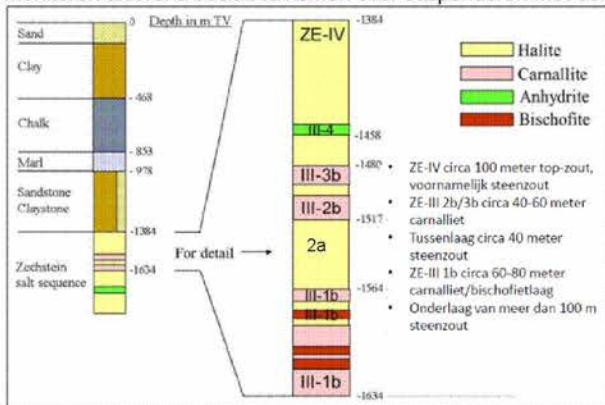
final

Date:

2 februari 2024

1 Inleiding

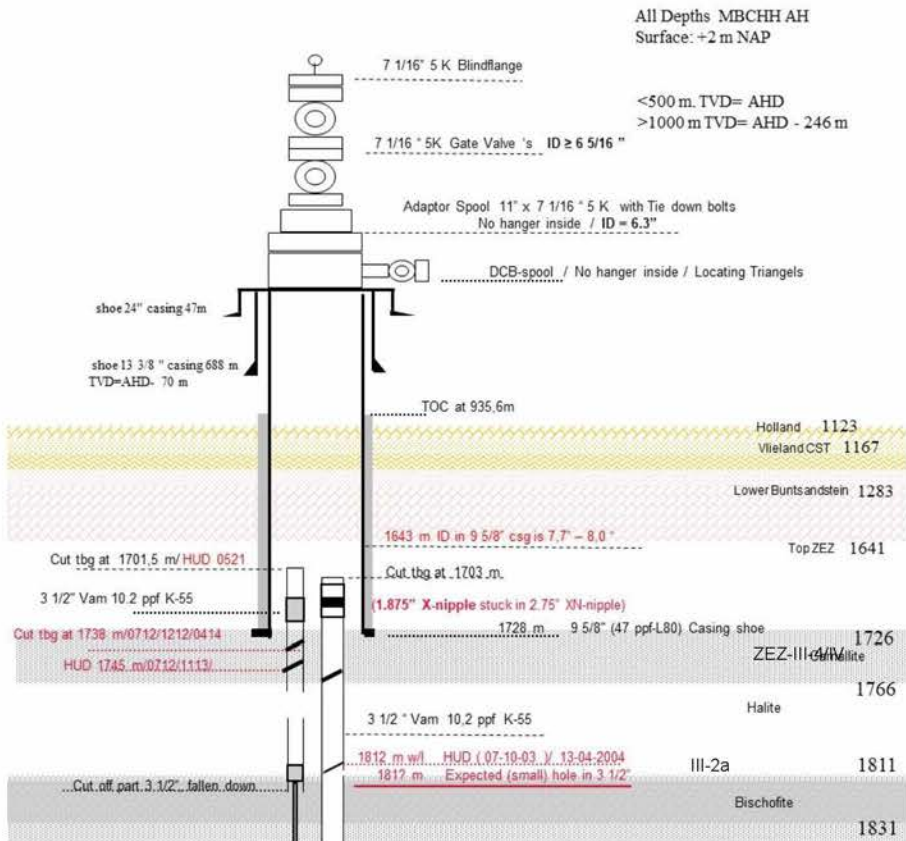
Na het verwijderen van door corrosie lekgeraakte tubingen in put TR-7 (in 2020) toonde een inspectie van de 9 ½" casing verbuigingen (doglegs) in de casing ter hoogte van de bovenzijde van het zout en (kleinere) verbuigingen in de Bunter formatie. Zie figuur 1 voor de laagopbouw en benamingen. De verbuigingen maakten het onmogelijk om de put met de destijds voorgenomen hercompletering met tubingen voor pekelpductie en gipsinjectie te completeren. Omdat er geen echte noodzaak was om de put van een nieuwe verbuizing te voorzien (de pekels in de cavernes kan ook via andere putten worden afgelaten, daar TR-7 in een cluster van 9 putten zit: TR-1 t/m TR-8 en VE-4) en er een vrees bestond dat de verbuigingen door zoutkruip ernstiger zouden worden, was het plan de put te suspenderen met een mechanische plug. Na het zetten van zo'n plug kan de druk in TR-7 echter niet meer gemonitord worden. Te lang wachten met het zetten van zo'n plug kan echter een abandonment bemoeilijken omdat een plug niet meer door een ernstige dogleg past. Er bestaat ook nog een zeer geringe kans dat TR7 zich hydraulisch losmaakt van het cluster en dat de drukken oplopen tot boven de minimum spanningen in het zoutdak (en een hernieuwde scheur kan ontstaan). Omdat TR7 zowel met VE4 aan de westkant en met de andere cavernes aan de oostkant is deze kans klein. Wel kan de carnallietsectie (in de 2b/3b laag, zie Figuur 1) van TR-7 zijn verbinding verliezen met de bischofietsectie (1b). Indien de put nog open is, kan druk worden afgelaten indien noodzakelijk door productie via de casing. In overleg met SodM (zie Appendix 1) is in 2021 besloten TR-7 verder te onderzoeken en te monitoren alvorens besluit te nemen over suspenderen met een plug.



Figuur 1: Laagdiktes van de zouten en de ondiepere ondergrond. Per bron zijn er kleine verschillen in diktes en dieptes, onder andere door de vorm van het zoutkussen.

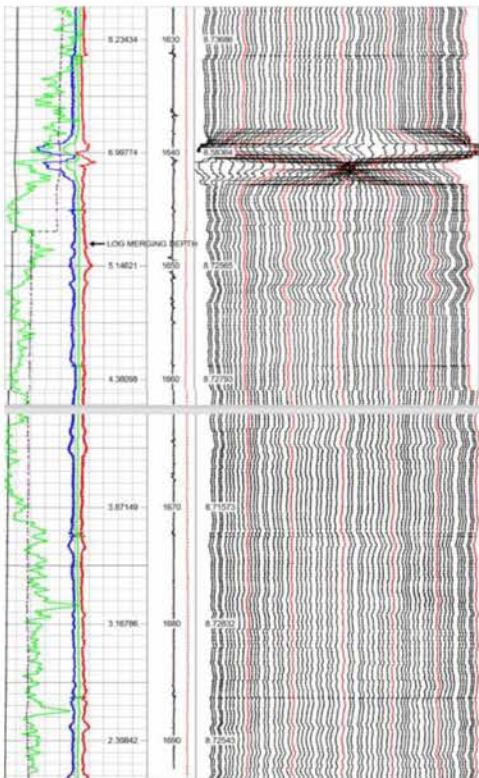
De dogleg van de casing rond de overgang van de Bunter naar het Zechstein (IV) dak is tot zover alleen in put TR-7 en TR-5 geconstateerd, maar kan ook in andere putten hebben plaatsgevonden. Dit kan echter niet geconstateerd worden zonder alle tubingen te verwijderen, wat alleen gebeurt als de buitenste tubing lek of gebroken is (en de put voor pekelpductie nodig is), of voorafgaand aan abandonment. Een tubing kan niet kortstondig getrokken worden omdat de onderkant meestal vast zit (door verbuiging door zoutvervorming of vallende blokken onoplosbaar zout) en tubingen kunnen ook niet teruggeplaatst worden zonder te boren door precipitaatlagen. Put TR2, die leeg is en gesuspenderd, toont de vervorming niet. TR-5 die reeds is afgeplugd binnen het zoutdak, had wel een beperkte restrictie nabij het top zout. Put TR-6 vertoonde de verbuiging ook niet bij de recente workover in 2021.

De huidige (2023) putsituatie is weergegeven in figuur 2.

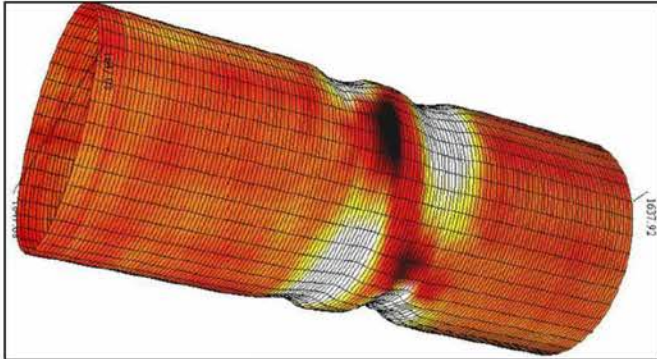


Figuur 2: Putschema TR-7 in 2023. De grootste dogleg zit op ongeveer 1641 m AHD (1643 m in figuur) op de overgang van Bunter naar ZEE

Figuur 3 geeft de interpretatie van de verstoorde diameter in 2020, als functie van de kleinste (en grootste) diameter (ID) die in de casing gemeten is (blauwe en rode lijn). De interpretatie van de casingvervorming in 2020 staat in Figuur 4. De oorzaak van de vervorming is niet eenduidig. Het kan een hoekverdraaiing betreffen (scharnierpunt) of een lokale verschuiving van de aardlagen van enkele centimeters. Het tijdstip van de vervorming kan niet bepaald worden, en ook niet of de verbuiging op één moment heeft plaatsgevonden of is gecumuleerd uit meerdere kleine aardbewegingen of zelfs geleidelijk heeft plaatsgevonden door zoutkruip.



Figuur 3: Casing-deformatie (multifinger caliper) 2020 op de (geschatte) overgang van Bunter naar Zechstein salt op 1640 m.



Figuur 4: interpretatie van de 2020 vervorming op basis van de multi-finger tool.



Figuur 5: Multifinger tool met 2 centralizers aan boven- en onderkant en uitstaande vingers in het midden

De vervorming van TR-7 zou een beperkte reactivatie van een (kleine) fault kunnen zijn, die toevallig TR-7 bij de laagovergang kruist, maar ook een sliplaag (van 2-5 m dikte) die een bovengemiddeld aandeel carnalliet of klei bevat (met vloeistofoverdruk door insluiting door zoutlagen en dus een lage schuifweerstand). De naar buiten en naar binnen komende ringen uit de interpretatie van Figuur 4 zouden ook op een axiale drukbelasting kunnen duiden met bulging, wat zou duiden op een lokale extreme compactie (eenwelk niet voor de hand ligt als deze uit het gesteente zou moeten komen). In zout ingesloten kleilagen kunnen mobiel zijn, indien de vloeistofdruk hoog is (en de effectieve spanning laag), doordat de vloeistof nooit heeft kunnen afstromen door insluiting van het zout. Ook denkbaar is het dat het lekincident in 2018 tijdelijk de vloeistofdruk in de Bunter heeft verhoogd en daarbij kleine breuken heeft geactiveerd (met geen of zeer lage seismiciteit). Monitoring van de casing van TR-7 in de tijd kan uitsluitel geven of de vervorming langzaam toeneemt in de tijd (indien het kruip is) of met stappen vervormt (en wellicht de komende jaren stabiel is). Tot nu toe is de vervorming niet verergerd, binnen de meetonnauwkeurigheid van de tool en de afwijkingen tussen de tools, die niet iedere meting exact dezelfde zijn, doordat de vorige tool soms niet (meer) beschikbaar is.

2 Doglegvervorming TR7 in de tijd

De grootste vervorming (dogleg) in TR7, die rond de overgang van zoutdak (ZE-IV) naar de Bunter zit, op circa 1640 m AHD, is opgenomen door multi-finger (40 finger) calipers in augustus 2020 en november 2020 (40 finger), 2021, 2022 en 2023 (60 finger). Nadere details over de metingen en andere dieptes zijn te vinden in Ref [1-2]. De hoop was dat de metingen (in relatief korte tijd) iets zouden laten zien van de (in)stabiliteit van de vervorming of dat de vervorming niet zou verergeren. Omdat de caliper tool niet altijd gecentraliseerd is, zeker nabij een dogleg, kan de

diameterreductie het best worden weergegeven door kleinste gemeten diameter, oftewel de laagste opgetelde stralen (vanaf het hart van de tool) van twee tegenover elkaar gelegen vingers (calipers). Een probleem hierbij is dat een vinger een maximale lengte heeft, waardoor de tool, zeker wanneer excentrisch gelegen, een geringere diameter kan aangeven, ondanks de centralizers (veermechanismes). Deze maximale lengte is ook weer afhankelijk van de daadwerkelijk gebruikte tool, die per meting kan verschillen (helaas).

Figuur 6 laat zien dat de minimum diameter rond de dogleg van rond de 1640 m AHD varieert en in 2020 en 2022 het laagst was (8.2 inch), maar in 2021 en 2023 groter was (bijna 8.5 inch). Dat de diameter in werkelijkheid afwisselend groter en kleiner wordt is erg onwaarschijnlijk. De metingen van 2021 en 2023 zijn vrijwel identiek, ook wat betreft de maximum diameter.

Geconcludeerd kan worden dat dat de casing stabiel is (in ieder geval in een tijdsbestek van enkele jaren) of dat de verschuivingen eens in de zoveel jaar gebeuren. Het jaarlijks meten van de casing met een multi-finger tool is daarmee vermoedelijk onnodig frequent. Als de vervorming zich incidenteel (zeg per 5 jaar) voordoet, dan is de meting om de 2 jaar voldoende is om een abandonment voor te bereiden en als de vervorming erg langzaam is, dan is die met een jaarlijkse meting niet te identificeren, gegeven de meetruis die is vastgesteld.

Afhankelijk van de metingen en afhankelijk van het verbonden blijven van TR7 met de rest van het cluster (en de overgebleven volumes vrije pekel) zal 2-jaarlijks de plaatsing van een plug (en abandonment daarna) overwogen worden, danwel het incementeren van een nieuwe casing of afhangen van een tubing. Dat laatste zou ook geïnitieerd kunnen worden als put TR3 niet langer gebruikt kan worden als gipsinjectieput en TR-7 met een nieuwe tubing wel geschikt lijkt.



Figuur 6: minimum en maximum diameter zoals gemeten rond 1640 mAHD (top zoutdak) in nov20, mei21, mei 23 en juni 23. De resultaten van 2021 en 2023 zijn vrijwel hetzelfde.

3 Conclusies

De vervorming van de casing van TR-7 is stabiel (in een periode van meer dan 3 jaar).

De (grootste) vervorming van de TR-7 casing, vermoedelijk een afschuiving van 10-15 cm over een paar meter "dikte", moet dus aan een sliplaag (slappe kleilaag met vloeistofoverdruk of zeer dunne carnallietlaag) worden toegewezen, of een fault, die zich toevallig rond de overgang van de Bunter naar het zout bevindt.

Monitoring van de vervorming zal blijven plaatsvinden, maar een jaarlijkse meting lijkt onnodig frequent. Nedmag stelt voor om de meting 2-jaarlijks te doen (oneven jaren) en de caverne voorlopig niet te abandonneren. Dat houdt ook de mogelijkheid open om in een later stadium de put te voorzien van een (gecementeerde of vrij hangende) tubing voor bijvoorbeeld het aflaten van (een afgesloten deel van) het TR-cluster of voor gipsinjectie, mocht put TR-3 niet meer beschikbaar blijken in de komende jaren.

Referenties

[1] Van de Stadt, M. TR-7 Wireline operation, Inclination and LCC Integrity. Juli 2021

[2] Nieuwenhuijsen, M. TR-7 string integrity wireline measurements. 20 Nov 2023

Appendix 1:

E-mail 5.1.2.e @sodm.nl dd 6 oktober 2021

Geachte 5.1.2.e

Op 3 september 2021 ontving Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) van Nedmag B.V. (Nedmag) de memo 'Vervormingen TR7 op overgang zoutdak en Bunter' (ons kenmerk: 21237557). Deze memo is op 20 september 2021 door Nedmag mondeling toegelicht. Deze memo kwam voort uit de reactie van SodM op de memo 'Voorstel voor partiële abandonnering TR-7' van 19 Augustus 2020 van (ons kenmerk: 5.1.1.e). In deze email reageert SodM op de memo van September 2021, maar eerst zal kort de achtergrond van deze casus behandeld worden.

Achtergrond

Op basis van calipermetingen, uitgevoerd tijdens een workover in juli 2020, werden een aantal kleine vervormingen in de 9 5/8" casing vastgesteld. Nedmag besloot de put niet te hercompleteren, aangezien dat lastig zou kunnen worden gezien de ontstane dog-legs in de casing. Nedmag stelde in Augustus 2020 voor deze put (partieel) te abandonneren, omdat de put niet nodig zou zijn voor het aflaten van de cluster, en de kans aanwezig was dat voortschrijdende deformatie de put verder zou beschadigen en vervormen. In het extreme geval zou uiteindelijk abandonneren volgens de vereisten in de Mbw in de toekomst niet meer mogelijk zijn. SodM aan de andere kant hecht waarde aan het (gedeeltelijk) openhouden van TR-07 als monitoringsput, en (vanwege haar centrale positie in de cluster) als potentiële aflaatput, mochten in de toekomst andere putten om wat voor reden niet meer beschikbaar zijn. Afgesproken werd, terwijl nog enkele aanvullende onderzoeken uitgevoerd werden, de ontwikkeling van de deformatie in TR-07 nog enige tijd te monitoren voor een beslissing genomen zou worden.

Huidige stand van zaken

In de memo en mondelinge toelichting van September 2021 wordt duidelijk dat tijdens de monitoringsperiode de deformatie zich niet verder verergerd heeft. Ook zijn een aantal andere scenario's uitgesloten (zoals het horizontaal verschuiven van de putschoen ten opzichte van de oorspronkelijke positie uit 1992). Op basis van deze nieuwe gegevens stelt Nedmag nu voor om deze put niet te abandonneren of te hercomplementeren, maar open te houden voor monitoring van de druk in de caveerne, enals nodig voor eventuele aflaat vanuit de caveerne. Voorwaarde hiervoor is dat de vervorming in de casing niet verergerd. Ultrasonen en caliper metingen, uitgevoerd in 2020 en 2021 geven aan dat TR-07 op dit moment integer is. Nedmag geeft aan elk jaar een mutli-finger caliper meting in deze put te zullen uitvoeren om de integriteit te monitoren. Nedmag geeft aan te pogen deze metingen beter met elkaar vergelijkbaar te maken, door te proberen dezelfde, of vergelijkbare tools bij de onderaannemers te verkrijgen. Ultrasonen metingen worden als daar aanleiding is uitgevoerd. Gegevens uit deze metingen zullen worden meegenomen in het putintegriteitszorgsysteem dat door Nedmag wordt gehanteerd, en SodM ziet daarop toe. Nedmag voorziet dat deze situatie ten minste 3-6 jaar zal duren, en de situatie te her-evalueren wanneer er meer gegevens bekend zijn over het gedrag van zowel de cluster als de deformatie in TR-07.

Reactie SodM

SodM kan zich vinden in de conclusies van de memo, en de uitkomst van het mondeling overleg. Het aflaten van een dergelijk grote, en complexe caveerne met zouten met verschillende eigenschappen is een ingewikkelde zaak. Het hebben van extra montioringsmogelijkheden en back-up putten voor eventueel ingrijpen of aflaten is daarbij van groot belang. SodM is tevreden dat Nedmag het aanvullende onderzoek serieus heeft genomen, en haar standpunt heeft gewijzigd op basis van de conclusies. Het willen onderzoeken, leren en handelen naar nieuwe gegevens is een eigenschap van een verantwoorde onderneming.

Hoe nu verder?

Ik verwacht dat u ons op de hoogte houdt van de ontwikkelingen van de druk, ontwikkelingen in TR-07 en eventuele ontwikkelingen van de deformatie. Dit kan in het kwartaaloverleg, maar in het geval van onverwachte gebeurtenissen, dient dit zo snel als redelijk mogelijk te gebeuren. SodM zal er toezicht op houden dat de afgesproken monitoring en mitigerende maatregelen worden nageleefd.

Ik hoop u voldoende geïnformeerd te hebben, bij eventuele vragen sta ik tot uw beschikking.

Met vriendelijke groet,

heeft opmaak toegepast: Lettertype: 12 pt