



Staatstoezicht op de Mijnen
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Inspectie putintegriteit geothermie 2020

Staatstoezicht op de Mijnen

Inhoudsopgave

1. Samenvatting	3
2. Doel van de inspecties	4
3. Kenmerken van de geothermieputten	5
3.1 Algemeen	5
3.2 Putontwerp	5
3.3 Oorzaken van wanddikteverlies van de verbuizing	6
3.3.1 Onregelmatigheden van nieuwe buizen door fabricage en bij aanschaf	6
3.3.2 Beschadigingen tijdens aanleg	6
3.3.3 Vervorming tijdens aanleg en/of gebruik	7
3.3.4 Corrosie en erosie tijdens gebruik	7
3.4 Monitoring van de deugdelijkheid van de verbuizing	7
4. Resultaten van de inspectie	8
4.1 Wanddikteverlies in de putten	8
4.2 Corrosiecoupons en wanddikte-afname	9
4.3 Putintegriteit zorgsysteem	10
4.3.1 ISO 16530-1 en DAGO Well Integrity Management System	10
4.3.2 Inrichting van het putintegriteit-zorgsysteem	11
4.3.3 Risicobeheersing	11
4.3.4 Putbarrières	11
4.3.5 Prestatienormen	11
4.3.6 Operationele limieten	12
4.3.7 Putonderhoud	12
4.3.8 Monitoring en Surveillance	12
4.3.9 Beheersing gefaalde integriteit	13
4.3.10 Rapportage en documentatie	13
5. Conclusies	13
6. Wat verwacht SodM?	14
Bijlagen	16
1. Wettelijk kader putintegriteit	16

1. Samenvatting

Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) heeft actieve geothermiebedrijven in Nederland geïnspecteerd op de integriteit van de putten. De inspecties waren specifiek gericht op de status en beheersing van wanddikte van de verbuizing en de status van het putintegriteit zorgsysteem, ofwel het Well Integrity Management Systeem.

Sinds de aanleg van de eerste geothermieputten in 2007, waren er eind 2019 38 putten in gebruik. Daarvan waren drie putten eerder ingesloten wegens het falen van de verbuizing, twee door ernstige corrosie en/of erosie, en één wegens een losse koppeling. Voorts werden zes putten voortijdig gerepareerd wegens ernstige corrosie en/of erosie van de verbuizing.

Inspecties

Eind 2019 en begin 2020 zijn van vijftien geothermiebedrijven met in gebruik zijnde putten, de putintegriteit-zorgsystemen en de beheersing van de wanddikte van 30 putten geïnspecteerd. Van één van de vijftien bedrijven is het putintegriteit-zorgsysteem nog niet geïnspecteerd omdat het herzien werd. Twee bedrijven werden niet geïnspecteerd omdat de putten ingesloten zijn in verband met seismiciteit (aardbevingen). Eén bedrijf kon niet geïnspecteerd worden omdat het putintegriteit-zorgsysteem ontbrak en nog geen putmetingen uitgevoerd waren.

Uit de inspecties blijkt dat regelmatig integriteitsproblemen optreden en in enkele gevallen plaatselijk gaten in de verbuizing zijn ontstaan bij deze zogenaamde eerste generatie geothermieputten. Dit had tot gevolg dat onder meer een drietal putten langer is stilgelegd. Ook bleek uit corrosiemetingen dat wanddikteverlies tot 28% op jaarbasis heeft plaatsgevonden.

Omdat op twee putten na alle geïnspecteerde putten enkelwandig zijn uitgevoerd, is het verlies van de wanddikte met het falen van de verbuizing van de put als gevolg het belangrijkste risico van deze geothermieputten. Dubbelwandige putten zijn voor het eerst in 2018 en 2019 aangelegd. Het dubbelwandige ontwerp biedt een aantal voordelen ten opzichte van het enkelwandige, zoals een extra barrière tegen uitstroom van vloeistoffen en gasen uit de put, de mogelijkheid om continu de integriteit van de verbuizing te monitoren én de mogelijkheid om de verbuizing te vervangen.

Bevindingen

Er waren tijdens de inspecties verschillende bevindingen die voor alle geïnspecteerde bedrijven vrijwel gelijk waren.

- Geen van de bedrijven beschrijft voldoende hoe de wanddikte gecontroleerd en beheerst wordt. Het gaat vooral om de onderdelen risicobeheersing, prestatienormen, monitoring en beheersing van gefaalde putintegriteit.
- Eenderde van de geïnspecteerde bedrijven heeft geen putintegriteit-zorgsysteem dat ingericht is volgens de ISO 16530-1 norm of de daarop gebaseerde DAGO-standaard.
- De zorgsystemen worden onvoldoende gedocumenteerd. Hierdoor kunnen de bedrijven niet voldoende aantonen dat ze de risico's beheersen.
- Als de risico's onvoldoende beheerst worden, stelt SodM voorwaarden in ontheffingen zodat wanddiktemetingen uitgevoerd worden tijdens putwerkzaamheden.

Conclusies

Het is van belang dat geothermiebedrijven in Nederland zorgen voor een goed gedocumenteerd en actueel (bijgehouden) putintegriteit-zorgsysteem waarin bovenstaande tekortkomingen geadresseerd en geïmplementeerd worden. Hiermee kunnen tijdig maatregelen genomen worden om het falen van enkelwandige putten te voorkomen. De mate van corrosie en erosie is zodanig dat de geplande levensduur van de putten niet kan worden gehaald. Ook verhoogt dit de kans op lekkages. Om deze onwenselijke situatie in de toekomst te voorkomen, moet het putontwerp worden aangepast. Voor SodM zijn de veiligheid en duurzaamheid daarbij richtinggevend.

SodM heeft in 2020 met een Toezichtsignaal¹ aan het ministerie van Economische Zaken en Klimaat geadviseerd om in het Mijnbouwbesluit en/of de Mijnbouwregeling een verplichting voor een putintegriteit-zorgsysteem op te nemen. SodM adviseert om tot die tijd een putintegriteit-zorgsysteem op te nemen als een voorwaarde voor de instemming op een winningsplan.

De betreffende bedrijven hebben een inspectiebrief van SodM ontvangen. Daarin zijn zij gewezen op de bevindingen van de inspecties en is hen verzocht om de tekortkomingen aan de putintegriteit zorgsystemen te herstellen, zodat de risico's op korte en lange termijn wél goed beheerst kunnen worden.

2. Doel van de inspecties

SodM heeft actieve geothermiebedrijven geïnspecteerd op de integriteit van de putten. De inspecties waren specifiek gericht op (i) de status en beheersing van wanddikte van de verbuizing en (ii) de status van het Well Integrity Management Systeem (hierna: WIMS).

Het doel van de inspecties was om:

1. de integriteit van de geothermieputten en hoe deze bewaakt wordt, te bepalen met nadruk op de beheersing van de wanddikte van de put;
2. het putintegriteit-zorgsysteem te toetsen aan de industriestandaard NEN-EN-ISO 16530-1;
3. verbeteringen te identificeren en te implementeren in de putintegriteit-zorgsystemen.

De putintegriteit-zorgsystemen zijn nog maar sinds kort in de sector geothermie ingevoerd. DAGO (Dutch Association Geothermal Operators) heeft daarvoor in 2019 een standaard ontwikkeld die gebaseerd is op de ISO 16530-1 norm.

Er is getoetst aan Artikel 33 van de Mijnbouwwet voor de zorgplicht, en de Artikelen 67, 68, 69 en 71 van het Mijnbouwbesluit voor de putintegriteit. Deze zijn in Bijlage 1 beschreven. Artikel 8.4.4 van de Mijnbouwregeling is hier toegevoegd ter illustratie van het belang van een monitorbare annulus. Deze ontbreekt in enkelwandige putten waardoor de continue monitoring van de putintegriteit tijdens het gebruik niet mogelijk is.

¹ [Toezichtsignaal integriteit geothermieputten](#), 25 maart 2020, kenmerk 20064390.

3. Kenmerken van de geothermieputten

3.1 Algemeen

De eerste geothermieputten in Nederland zijn in 2007 aangelegd. Eind 2019 waren er 54 putten aangelegd. Alle tot dusverre aangelegde geothermie putten zijn niet-zelfspuitend, en het waterniveau in de put staat enkele tientallen tot enkele honderden meters beneden maaiveld. Als de putten ingesloten zijn, is er geen risico op uitstroming omdat de kolom zout productiewater in de put zwaarder is dan het waterbuiten de put. Daardoor zakt de waterkolom in de put tot ver beneden het maaiveld.

De temperaturen van het geproduceerde warme water liggen tussen circa 30 en 90°C, het afgekoelde injectiewater heeft een temperatuur van circa 20 - 25°C. Het water heeft een hoog zoutgehalte en een lagere zuurgraad, wat in combinatie met een hogere temperatuur corrosief is. Bij de aanwezigheid van zuurstof ontstaat zelfs een zeer corrosieve situatie.

In een aantal reservoirs is aardgas opgelost in het water, tot ca 1 Nm³ per m³ water, dat óf in de oppervlakte installaties gebruikt wordt voor energie en/of warmte, óf met het afgekoelde water weer ondergronds geïnjecteerd wordt.

Daarbij kunnen de debieten, afhankelijk van het putontwerp en de stromingseigenschappen van het reservoir, oplopen tot 300 a 400 m³ warm water per uur.

3.2 Putontwerp

Vrijwel alle putten bestaan uit een enkelwandige buis van het reservoir tot het maaiveld, en daaromheen nog een ondiepe buis om het grondwater te beschermen tijdens aanleg en gebruik van de put. Slechts één bedrijf heeft twee putten in gebruik met een dubbelwandige buis van het reservoir tot het maaiveld.

De meeste enkelwandige putten zijn uitgevoerd met L80 koolstof staal, dat in de olie- en gasindustrie veel gebruikt wordt en corrosiebestendig is bij de aanwezigheid van zwavelwaterstof in de vloeistoffen en/of gassen. Zoals alle koolstof staalsoorten is L80 gevoelig voor corrosie door warm en zout water. Het is daarom van belang om tijdens het gebruik maatregelen te nemen om wanddikteverlies te monitoren en te controleren. De materiaalkeuze is een optimalisatie die wordt bepaald door de functionele eisen waaraan de verbuizing moet voldoen gedurende de levenscyclus van de put.

De verbuizing dient geschikt te zijn voor het bedoelde gebruik, en de deugdelijkheid van de buis na het cementeren moet volgens Artikel 69 van het Mijnbouwbesluit aangetoond worden door een druktest.

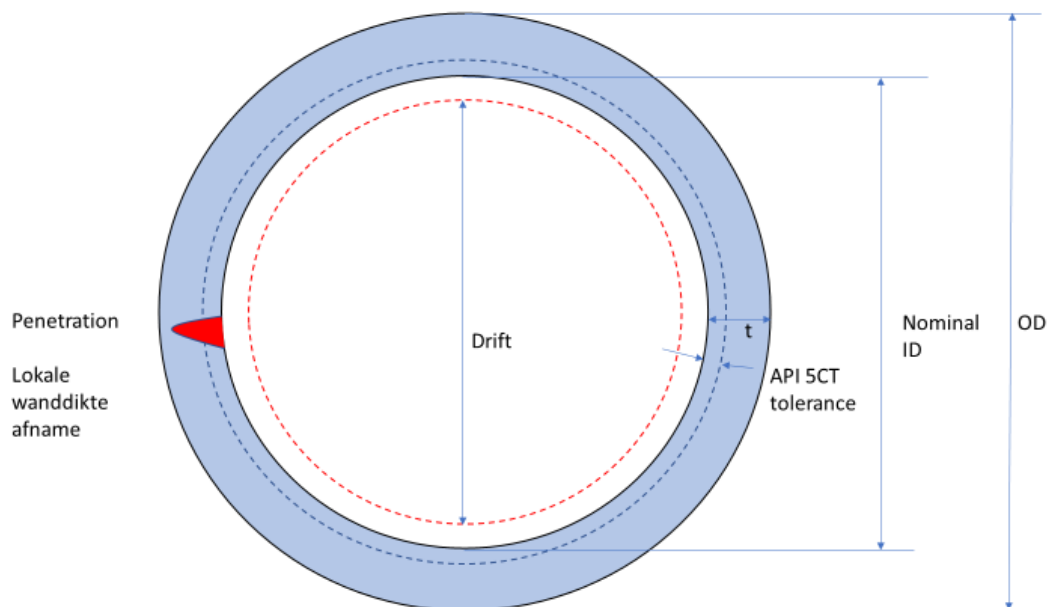
Wanneer tijdens het gebruik de enkelwandige verbuizing faalt, is de put volgens Artikel 71 van het Mijnbouwbesluit niet meer deugdelijk ingericht en afgewerkt. Een adequaat putintegriteit-zorgsysteem is essentieel om dergelijk falen tijdens het gebruik te voorkomen. Omdat de integriteit van een dubbelwandig putontwerp beter te beheersen is vanwege de extra barrière en de continue monitorbaarheid, heeft SodM in 2019 aan DAGO gevraagd om een leidraad voor putontwerp op te stellen. Deze leidraad is nog in voorbereiding.

3.3 Oorzaken van wanddikteverlies van de verbuizing

3.3.1 Onregelmatigheden van nieuwe buizen door fabricage en bij aanschaf

Het fabricageproces van buizen leidt tot afwijkingen in onder meer rondheid, wanddikte, interne diameter, en externe diameter, gewicht en dergelijke. De verbuizingen voor de olie- en gasindustrie (én voor de geothermieputten) moeten geleverd worden met dimensies en toleranties zoals die zijn gegeven in de industriestandaard API 5CT en ISO 11960. De afwijkingen (toleranties) dienen dan binnen de normen te blijven.

In figuur 1 is een schematische weergave van de belangrijkste dimensies en toleranties van een nieuwe verbuizing weergegeven. Daaruit is te zien dat de wanddikte t van een nieuwe buis mag variëren van t tot minimaal $t - 12,5\% \times t$. Met putmetingen kunnen de dimensies van de verbuizing tijdens het gebruik gemonitord worden. De caliper-metingen geven aan hoe groot de penetratie van het staal is, waarmee de overgebleven wanddikte afgeleid kan worden. Na aanleg van de put wordt een putmeting – de zogenaamde nulmeting – uitgevoerd zodat de dimensies van de verbuizing vóór aanvang van de winning geregistreerd zijn.



Figuur 1 Dimensies en toleranties van een nieuwe verbuizing

Bij aanschaf van verbuizingen zijn een goede technische specificatie en kwaliteitsbeheersing en -controle belangrijk. Wanneer dit niet het geval is, is het mogelijk dat verbuizingen met afwijkende dimensies en/of kwaliteit tijdens aanleg in de put terecht komen, wat er bijvoorbeeld toe kan leiden dat de wanddikte dunner is dan gewenst, of imperfecties in het staal aanwezig zijn die tijdens het gebruik de corrosiegevoeligheid vergroten. In verschillende enkelwandige putten zijn hier, na interpretatie van de putmetingen, aanwijzingen voor.

3.3.2 Beschadigingen tijdens aanleg

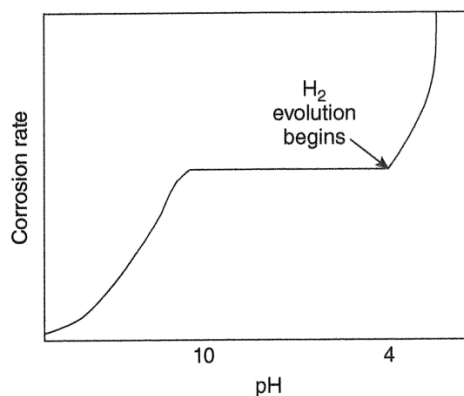
Tijdens aanleg van de put kunnen beschadigingen en slijtage van de verbuizing plaatsvinden door het boorproces. Beschadigingen door metaalcontact kunnen later tijdens het gebruik leiden tot wanddikteverlies door plaatselijke ernstige corrosie. Slijtage tijdens aanleg door het boorproces kan over één of meerdere trajecten in de put wanddikteverlies veroorzaken, al voordat de put in gebruik is genomen. Dit is in verschillende enkelwandige putten waargenomen, na interpretatie van de putmetingen.

3.3.3 Vervorming tijdens aanleg en/of gebruik

In één put werd vervorming van de verbuizing waargenomen door druk van kruipend zoutgesteente. In een andere put werd ovaliteit van de verbuizing waargenomen, waarvan de oorzaak vooralsnog niet verklaard kon worden. Zulke vervormingen maken interpretatie van putmetingen lastiger, omdat ovaliteit kan ontstaan door fabricage, door vervorming door gesteentedruk, of door slijtage tijdens het boorproces. Het kan dan moeilijker zijn om de wanddikte te bepalen. Een goede kwaliteitscontrole en een nulmeting van de verbuizing zijn daarom van belang.

3.3.4 Corrosie en erosie tijdens gebruik

Tijdens het gebruik van de put kunnen in de verbuizing, afhankelijk van de temperatuur, zoutgehalte, zuurgraad en staalsoort verschillende vormen van corrosie plaatsvinden. De meest agressieve vormen zijn pitting en spleetcorrosie, die moeilijk of niet detecteerbaar zijn omdat ze zeer plaatselijk optreden, bij voorkeur bij imperfecties en beschadigingen in het staal. Daardoor kan onder bepaalde omstandigheden, in korte tijd de verbuizing plaatselijk versneld corroderen, zoals weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 Corrosiesnelheid als functie van pH

De elektrische pomp (electric submersible pump – ESP) in de productieputten zijn uitgerust met centralizers, om de pomp te stabiliseren en vibraties van de pomp op te vangen. Deze centralizers zijn van staal. Door het staal-op-staal contact kan ernstige erosie en/of corrosie optreden. Dit is veelvuldig voorgekomen. Ook verandert de stroming in de verbuizing rond de pomp sterk, en kan door snelheidstoename van het water de beschermende laag van oxides en/of corrosieremmer op de verbuizing afnemen of verdwijnen. Het installeren van kunststof of teflon op de centralizers elimineert het staal-op-staal contact, waardoor de beschermende oxidatielaag intact blijft en corrosieremmers op het staal blijven zitten. Momenteel zijn, voor zover bekend, de meeste ESP's uitgerust met kunststof of teflon op de centralizers.

In de meeste productieputten worden de laatste jaren corrosieremmers zo diep mogelijk in de put geïnjecteerd. De corrosieremmers hechten zich op het staal van de verbuizing en vormen zo een beschermende laag. Wanneer door een breuk in de corrosieremmer-leiding de corrosieremmer hogerop in de put geïnjecteerd wordt, zal versnelde corrosie en wanddikteverlies plaatsvinden in dat deel van de verbuizing waar geen corrosieremmer meer geïnjecteerd wordt. Ook dit is recentelijk meerdere malen voorgekomen. Het gebruik van corrosieremmers, die een risico voor mens en milieu kunnen zijn, is gebonden aan strikte wet- en regelgeving.

3.4 Monitoring van de deugdelijkheid van de verbuizing

Tijdens het gebruik van een enkelwandige put staat de verbuizing in open verbinding met het reservoir, en kan geen druktest volgens Artikel 69 van het Mijnbouwbesluit uitgevoerd worden om de deugdelijkheid te bevestigen.

De deugdelijkheid van de verbuizing wordt gecontroleerd door het periodiek uitvoeren van boorgatmetingen die de wanddikte en/of de interne diameter van de verbuizing meten, en waaruit de minimale overgebleven wanddikte en de maximale afnamesnelheid van de wanddikte geconcludeerd kunnen worden.

Alleen wanneer een reparatie op de put met behulp van een boortoren wordt uitgevoerd, bestaat de mogelijkheid om een druktest uit te voeren, omdat daarvoor speciale gereedschappen met behulp van een boorpijp onderin de put afgehangen moeten worden.

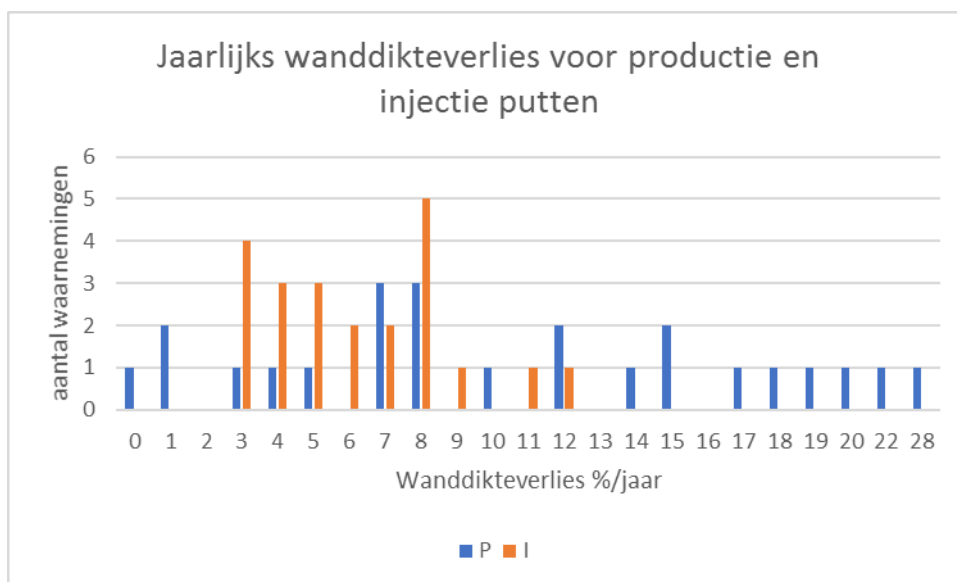
De twee bestaande geïnspecteerde dubbelwandige putten zijn uitgevoerd met een kunststof binnenbuis die ongevoelig is voor corrosie, en waarvan de annulus monitorbaar is waardoor de integriteit tijdens het gebruik wél continu gemonitord kan worden.

4. Resultaten van de inspectie

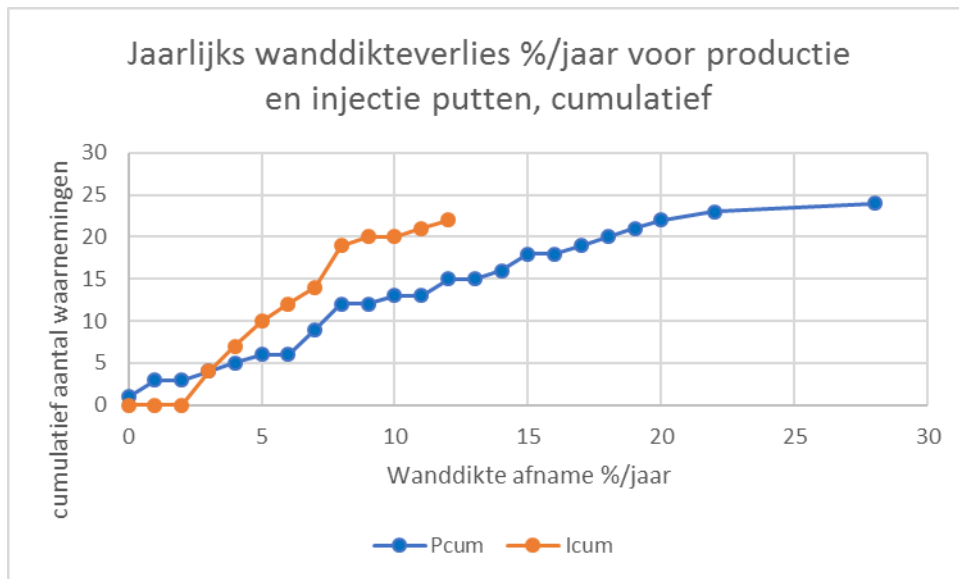
4.1 Wanddikteverlies in de putten

Van de 30 putten waarin meerdere metingen plaats hebben gevonden, kon een wanddikteverlies afgeleid worden. In figuur 3 is te zien dat jaarlijkse wanddikte-afnames voor productieputten veel groter kunnen zijn dan voor injectieputten. Wanddikte-afnames lopen op tot 28% per jaar voor productieputten, terwijl dat voor de injectieputten maximaal 12% per jaar is.

Figuur 4 laat zien dat circa de helft van de gemeten productieputten een wanddikteverlies toonden dat groter was dan 12% per jaar.



Figuur 3



Figuur 4

De hoge temperatuur van het productiewater, het hoge zoutgehalte van het water, en de aanwezigheid in de put van de ESP-pomp met centralizers, maken dat de productieputten veel gevoeliger zijn voor corrosie en erosie. Indien geen of onvoldoende mitigerende maatregelen getroffen worden, kan de wanddikte-afname ongemerkt zeer snel verlopen. Het grote wanddikteverlies is het gevolg van ernstige plaatselijke pitting of spleetcorrosie door afwezigheid van corrosieremmers, en/of erosie/corrosie door de stalen centralizers van en verhoogde stroomsnelheden rond de ESP.

Deze gegevens tonen aan dat corrosie en erosie in een productieput, indien niet gecontroleerd of beheerst, kunnen leiden tot wanddikteafnames tot bijna 30% per jaar. Daardoor zijn twee putten in het verleden volledig gepenetreerd geweest, en een 7-tal putten moest voortijdig gerepareerd worden door het zetten van een extra verbuizing in de put (scab liner). Dit kan bijvoorbeeld bij reparaties en de voorwaarden die SodM daaraan stelt aan het licht komen.

4.2 Corrosiecoupons en wanddikte-afname

Corrosiecoupons worden in de oppervlakte-installatie gebruikt als indicatie voor de corrosiesnelheid van het staal in de put, en om de optimale dosering van corrosieremmers te bepalen. De corrosiecoupons zijn niet representatief voor wat er in de put gebeurt wanneer er sprake is van lokale ernstige corrosie of erosie. De schattingen van het wanddikteverlies zoals afgeleid van de gewichtsafname van corrosiecoupons lopen uiteen van 0,1 tot 3% per jaar, wat over het algemeen veel lager is dan de wanddikte-afnames die afgeleid zijn van de wanddiktemetingen in de put.

Wel kunnen veranderingen van de corrosiesnelheid van corrosiecoupons – zij het met voorzichtigheid - gebruikt worden om de wanddikteafnamesnelheid, zoals bepaald door putmetingen (bijvoorbeeld calipermeting), aan te passen. Op deze manier ontstaat een andere prognose voor de te verwachten wanddikte over een bepaalde periode. Eén onderneming heeft dit toegepast na de installatie van een corrosieremmer-leiding, na het doen van een putmeting. Daarbij werd waargenomen dat het gewichtsverlies van de coupons sterk afgenomen was na de introductie van corrosieremmer. Op basis van die verandering werd de wanddikteafnamesnelheid, zoals door putmetingen bepaald, proportioneel aangepast om een nieuwe prognose te kunnen maken voor de afname van de wanddikte in de tijd, en om zo te bepalen wanneer de volgende putmeting uiterlijk verricht mag worden. Uiteindelijk blijven putmetingen de enige methode om vast te stellen wat de

actuele wanddikteafname is. In dit geval zal de geplande putmeting in 2021 meer informatie over het succes van deze methode opleveren.

4.3 Putintegriteit zorgsysteem

4.3.1 ISO 16530-1 en DAGO Well Integrity Management System

De industriestandaard ISO 16530-1 Petroleum and natural gas industries – Well integrity - Part 1: Life cycle governance is in 2017 ingevoerd, ter vervanging van de in 2014 geïntroduceerde ISO 16530-2. Deze norm is ook bekend als NEN-EN-ISO 16530-1 en is ontwikkeld voor en door de olie- en gasindustrie.

Omdat de putten in de olie- en gasindustrie complexer zijn dan de huidige geothermieputten, heeft de branche-organisatie van geothermiebedrijven (DAGO) in 2019 een eigen standaard geïntroduceerd. Het DAGO Well Integrity Management System (WIMS) is afgeleid van ISO 165301-1, en betreft de operationele fase van de levenscyclus van een geothermieput.

In Tabel 1 is aangegeven welke onderdelen van het WIMS geïnspecteerd werden. Voor een klein aantal onderdelen ontbrak de informatie of werd deze niet geleverd. De onderdelen Organisatie, Management of Change, en Audit zijn in deze inspectie buiten beschouwing gelaten, en zullen geïnspecteerd worden wanneer de putintegriteit-zorgsystemen wat langer in gebruik zijn. De tekortkomingen in de onderdelen Risicobeheersing, Prestatienormen, en Monitoring en surveillance zijn voor de meeste bedrijven dezelfde. Het betreft steeds de beheersing van de wanddikte als gevolg van ernstige plaatselijke corrosie en erosie. In een aantal gevallen worden wel de juiste maatregelen genomen maar is dit (nog) niet gedocumenteerd, in andere gevallen wordt de wanddikte onvoldoende beheerst.

[illegible]

Tabel 1 De geïnspecteerde onderdelen van het DAGO WIMS van de geothermiebedrijven

4.3.2 Inrichting van het putintegriteit-zorgsysteem

Tien van de veertien geïnspecteerde bedrijven hebben een putintegriteit-zorgsysteem dat is ingericht volgens ISO 16530-1 en het DAGO WIMS. Omdat putintegriteit-zorgsystemen nog niet in de wet- en regelgeving opgenomen zijn, heeft SodM in 2020 EZK met een Toezichtsignaal¹ geadviseerd dat de geothermiebedrijven een putintegriteit-zorgsysteem volgens ISO 16530-1 geïmplementeerd moeten hebben. Dit is ook opgenomen in het Toezichtsarrangement Geothermie².

4.3.3 Risicobeheersing

Geen van de bedrijven beschrijft op voldoende wijze welke faalwijzen van de verbuizing kunnen optreden. Risico's worden in DAGO WIMS in zeer algemene zin beschreven, en faalwijzen van de enkelwandige verbuizing als gevolg van plaatselijk ernstig wanddikteverlies worden niet specifiek genoemd. Dit ontbreekt daarom ook in de putintegriteit-zorgsystemen van de meeste ondernemingen zoals:

- erosie en/of corrosie door staal-op-staal contact van de ESP centralizers;
- pitting en/of spleetcorrosie;
- breuk van corrosieremmer injectieleiding.

Tevens worden de daarbij horende mitigatiemaatregelen niet of onvoldoende beschreven. Deze zijn op hun beurt weer bepalend voor de definitie van de nodige prestatienormen en op welke wijze monitoring en surveillance uitgevoerd moet worden.

4.3.4 Putbarrières

Elf van de veertien geïnspecteerde putintegriteit zorgsystemen hebben de putbarrières voldoende geïdentificeerd en beschreven.

4.3.5 Prestatienormen

Voor de minimaal toegestane wanddikte van de enkelwandige verbuizing wordt uitgegaan van sterkte van de casing, maar niet van volledige penetratie als gevolg van plaatselijke erosie en corrosie (met name pitting corrosie). In sommige gevallen wordt een prestatienorm voor corrosiesnelheid gegeven. Slechts één van de veertien bedrijven heeft een prestatienorm voor de minimaal toegestane wanddikte voor de mate van penetratie van de buiswand.

Volledige penetratie is nog steeds de belangrijkste wijze van falen. Het is daarom nodig een prestatienorm voor de minimaal toegestane wanddikte te definiëren, voor de wanddikteafname als gevolg van plaatselijke corrosie en erosie. Daarbij rekening houdend met de benodigde tijd om maatregelen te nemen voordat de enkelwandige verbuizing faalt.

Zoals in hoofdstuk 3.3.1 is aangegeven, moet uitgegaan worden van de minimale wanddikte zoals door de API 5CT-tolerantie is gegeven. Een nulmeting van de buiswand na aanleg van de put is van belang om andere schades en vervormingen van de buiswand voor het gebruik van de put vast te leggen en om te bevestigen of er buizen geïnstalleerd werden met afwijkende diameters en wanddiktes. De eerstvolgende meting van de buiswand kan dan gebruikt worden om het grootst waargenomen wanddikteverlies (of penetratie) te bepalen.

¹ [Toezichtsignaal integriteit geothermieputten](#), 25 maart 2020, kenmerk 20064390.

² [Toezichtarrangement Geothermie](#), 1 juli 2020 gepubliceerd.

4.3.6 Operationele limieten

Alle veertien geïnspecteerde bedrijven hebben de operationele limieten van de putten in voldoende mate beschreven.

4.3.7 Putonderhoud

Het putonderhoud wordt over het algemeen goed beschreven; slechts één onderneming heeft een tekortkoming.

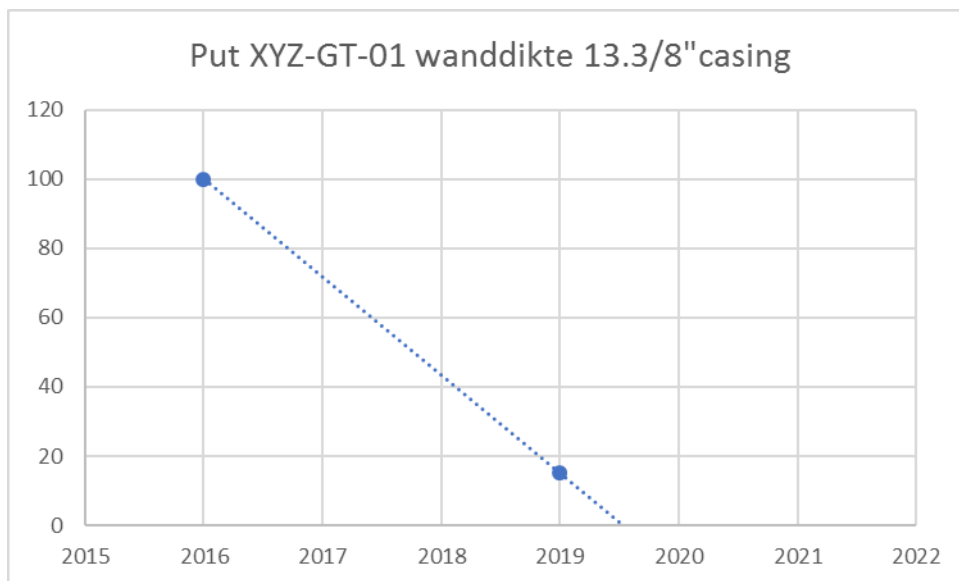
4.3.8 Monitoring en Surveillance

Tien van de veertien geïnspecteerde bedrijven hebben de Monitoring en Surveillance niet afgestemd op het risico van falen van de verbuizing door volledige penetratie. Tevens ontbreekt er een prestatienorm voor de minimaal toegestane wanddikte.

Wanddiktemetingen zijn de enige manier om de deugdelijkheid van een enkelwandige verbuizing te bepalen tijdens gebruik, om te kunnen bepalen wat de grootste plaatselijke wanddikte-afnamesnelheid is en om te kunnen bepalen of de prestatienormen voor minimaal toegestane wanddikte bereikt zijn dan wel wanneer deze bereikt zullen worden. Druktesten kunnen alleen uitgevoerd worden tijdens groot onderhoud met een boortoren, en dan bevestigen dat een verbuizing wel of niet deugdelijk is. Deze geven geen verdere informatie over de wanddikte.

Er is in de putintegriteit-zorgsystemen wel een algemeen inspectie-interval gegeven, zoals eens in de 5 jaar, of iedere 2 tot 5 jaar. De operators geven echter niet aan op basis waarvan deze wordt vastgesteld: op basis van onder meer de actuele minimale wanddikte, de actuele grootste wanddikte-afnamesnelheid en de prestatienormen voor de minimaal toegestane wanddikte voor de verschillende faalwijzen. De volgende inspectie-interval ligt daarom niet vast, maar dient afhankelijk te zijn van de resultaten van de laatste metingen.

Effectieve monitoring van de integriteit van de corrosieremmer-injectieleiding dient ook beschreven te worden. In een aantal gevallen is deze injectieleiding gebroken geweest, waardoor de corrosieremmer niet meer onderin de put toegevoegd werd. Figuur 5 toont de wanddikteafname in een put waar tijdens de aanleg in 2016, de corrosieleiding al gebroken was zonder dit goed te controleren alvorens de put in gebruik genomen werd. De putmeting in 2019 gaf net op tijd aan dat de verbuizing plaatselijk bijna volledig gepenetreerd was, als gevolg van een ongemerkte sterke toename van de corrosie en een grote plaatselijke afname van 28% van de wanddikte per jaar in de put.



Figuur 5 Wanddikte-afname als gevolg van een gebroken injectie leiding

4.3.9 Beheersing gefaalde integriteit

Vier van de tien geïnspecteerde putintegriteit-zorgsystemen beschrijven welke onmiddellijke actie genomen moeten worden indien een putbarrière gefaald is, en op welke termijn herstelmaatregelen genomen moeten worden.

Het DAGO WIMS heeft een voorbeeldtabel van ISO 16530 overgenomen, waarbij specifiek verwezen wordt naar putbarrières van onderzeese putten, subsurface safety valves, welke in de geothermie niet van toepassing zijn. Deze zouden dus ook niet in het document opgenomen moeten worden.

4.3.10 Rapportage en documentatie

Acht van de tien geïnspecteerde putintegriteit-zorgsystemen beschrijven de integriteit van de verschillende putbarrières en wanneer deze bepaald zijn. Een aantal bedrijven heeft daarvoor dashboards van individuele putten die eenvoudig en zeer informatief zijn. In sommige gevallen ontbreekt bijvoorbeeld de grootste waargenomen wanddikteaafnamesnelheid, de prestatienorm voor een barrière, en wanneer deze bereikt zou worden (trendanalyse).

5. Conclusies

Door het ontbreken van een te monitoren annulus in enkelwandige geothermieputten, zijn de beheersing van de wanddikte én de tijdige controle daarvan door periodieke putmetingen, essentieel om te voorkomen dat de put lek zou raken.

Omdat voor deze enkelwandige putten de druk in de put lager is dan buiten de put, is het risico dat productiewater in de ondergrond kan uitstromen afwezig. Maar dit risico is veel groter voor de injectieputten waar het afgekoelde productiewater onder druk terug in de ondergrond gepompt wordt.

Plaatselijke ernstige corrosie en erosie vormen de belangrijkste bedreigingen voor de integriteit van enkelwandige geothermieputten. Daardoor is in twee productieputten volledige penetratie van de verbuizing ontstaan, en moesten zes productieputten gerepareerd worden.

Plaatselijke ernstige corrosie en erosie zijn het grootst in de productieputten, als gevolg van de hoge temperatuur van het productiewater en de aanwezigheid van een ESP. Wanneer de wanddikte niet goed beheerst wordt, kan het wanddikteverlies significant zijn. Voor de productieputten is maximaal 28% per jaar waargenomen. Voor de injectieputten is maximaal 12% per jaar waargenomen.

De wanddikteafname zoals geschat met corrosiecoupons is niet betrouwbaar en zou de indruk geven dat er sprake is van veel lagere wanddikteafnames dan die bepaald door wanddiktemetingen. Corrosiecoupons mogen alleen gebruikt worden om de dosering van de corrosieremmer te optimaliseren.

Inmiddels zijn de meeste productieputten ingericht met een corrosieremmer-injectieleiding die de corrosieremmer onderin de put toedient. In twee gevallen is deze leiding echter gebroken geweest, waardoor de corrosieremmer niet onderin de put geïnjecteerd werd, en ongemerkt plaatselijk ernstige corrosie heeft kunnen plaatsvinden. Het is daarom essentieel dat goede monitoring van deze injectieleiding na aanleg en tijdens gebruik geïmplementeerd is.

De meeste ESP's zijn inmiddels ook uitgerust met kunststof centralizers, waardoor de verbuizing beter beschermd blijft.

De meeste putintegriteit-zorgsystemen zijn pas vanaf 2019 ingevoerd, en voldoen nog niet helemaal aan de norm ISO 16530-1, vooral voor wat betreft de beheersing van de wanddikte van de verbuizing en de controle daarop. Het betreft hier de onderdelen risicobeheersing, prestatienormen, monitoring en surveillance en beheersing gefaalde putintegriteit.

SodM zal blijvend toezicht houden op de compleetheid en implementatie van ISO 16530-1.

Slechts 2 van de ca 60 geothermieputten zijn momenteel dubbelwandig uitgevoerd zoals gebruikelijk is in de olie- en gasindustrie voor zelfspuitende putten. Omdat dit ontwerp een extra barrière heeft, continu te monitoren is, en de productieverbuizing vervangen kan worden, is dit een veiliger en beter beheersbaarder ontwerp dan de enkelwandige put. De leidraad van DAGO voor het dubbelwandige putontwerp zal de nieuwe standaard worden voor het ontwerp van geothermieputten in Nederland.

6. Wat verwacht SodM?

Putintegriteit-zorgsystemen zijn levende systemen en moeten door de geothermiebedrijven bijgehouden worden om effectief te blijven. SodM verwacht van de geothermiebedrijven dat de tekortkomingen, zoals die in dit rapport en in de inspectiebrieven aangegeven zijn, in 2020 in de putintegriteit-zorgsystemen geadresseerd worden. SodM zal hierop toezicht houden.

SodM verwacht verder van de betreffende geothermiebedrijven dat de twee putten die eerder al volledig gepenetreerd zijn, in 2020 gerepareerd dan wel verlaten worden. Deze putten zijn al enige jaren ingesloten. Eén geothermiebedrijf heeft al in het begin van 2020 jaar de put hersteld, het andere bedrijf is middels een bestuurlijk gesprek in 2020 verzocht hiervoor plannen te maken. Ook voor de put waarvan een koppeling is losgeraakt, wordt verwacht dat deze op korte termijn hersteld of verlaten wordt.

In de voorwaarden voor de winningsplannen dienen de ondernemingen een putintegriteit-zorgsysteem geïmplementeerd te hebben dat voldoet aan de ISO 16530-1 norm. Dit adviseert SodM het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) in de adviezen over de winningsplannen. In volgende inspecties zal hierop toezicht gehouden worden zoals dit is beschreven in deze rapportage en in het Toezichtarrangement Geothermie.

SodM verwacht ook van de geothermiebedrijven dat voor nieuwe putten een beter putontwerp wordt toegepast dat rekening houdt met de in dit rapport beschreven risico's. Dit is tevens een kans om het gebruik van corrosieremmers te elimineren, door het gebruik van andere materialen dan corrosiegevoelige koolstofstalen verbuizingen. Het is aan de branche om hiervoor een industriestandaard op te stellen. SodM zal conform het Toezichtsignaal werkprogramma's toetsen op de gesignaleerde risico's.

Ten slotte verwacht SodM van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat dat het Toezichtsignaal ertoe zal leiden dat in de besluiten op de winningsplannen voorwaarden aan de geothermiebedrijven worden gesteld voor de implementatie van een adequaat putintegriteit-zorgsysteem. Voorts adviseert SodM dat de Mijnbouwwet- en regelgeving aangepast wordt voor het putontwerp en de beheersing van putintegriteit tijdens de levenscyclus van geothermieputten.

Bijlagen

1. Wettelijk kader putintegriteit

De levenscyclus van een put wordt in de wet beschreven als: aanleggen, uitbreiden, wijzigen, gebruiken, testen, repareren en buiten gebruik stellen. De volgende mijnbouwwet en -regelgeving is daarop van toepassing:

Artikel 33 Mijnbouwwet

Lid 1: De houder van een vergunning als bedoeld in artikel 6 of 25, dan wel, ingeval de vergunning haar gelding heeft verloren, de laatste houder daarvan, neemt alle maatregelen die redelijkerwijs van hem gevegd kunnen worden om te voorkomen dat als gevolg van de met gebruikmaking van de vergunning verrichte activiteiten:

- a. nadelige gevolgen voor mens en milieu worden veroorzaakt
- b. schade door bodembeweging wordt veroorzaakt
- c. de veiligheid wordt geschaad, of
- d. het belang van een planmatig beheer van voorkomens van delfstoffen of aardwarmte wordt geschaad.

Lid 2: De houder van een vergunning voor de opsporing of winning van koolwaterstoffen neemt alle noodzakelijke maatregelen om de gevolgen van een zwaar ongeval voor mens en milieu te beperken.

Artikel 67 Mijnbouwbesluit

Lid 1: Bij het aanleggen, uitbreiden, wijzigen, gebruiken, testen, repareren en buiten gebruik stellen van een boorgat alsmede het stimuleren van een voorkomen via een boorgat worden maatregelen genomen ter voorkoming van schade.

Artikel 68 Mijnbouwbesluit

De activiteiten, bedoeld in artikel 67, eerste lid, worden slechts verricht indien de desbetreffende stoffen uit de ondergrondse formaties onder controle worden gehouden.

Artikel 69 Mijnbouwbesluit

Lid 1: Een boorgat wordt voorzien van een geschikte verbuizing.

Lid 2: Elke serie van de in het eerste lid bedoelde verbuizing wordt over voldoende afstand gecementeerd en daarna op deugdelijkheid getest.

Artikel 71 Mijnbouwbesluit

Een boorgat wordt niet eerder voor winning van delfstoffen of opslag van stoffen in gebruik genomen dan nadat het daartoe deugdelijk is ingericht en afgewerkt, alsmede ter afsluiting van deugdelijke beveiligingen is voorzien.

Artikel 8.4.4. Mijnbouwregeling

Lid 1: Bij producerende, injecterende en ingesloten putten worden de drukken in de tubing/casing annulus en in de eerste casing/casing annulus gecontroleerd. De geconstateerde afwijkingen in het in de eerste volzin bedoelde drukpatroon worden geregistreerd.

Lid 2: Ten aanzien van annulaire drukken wordt op zo kort mogelijke termijn een diagnose gesteld van de oorzaak van die druk.

Lid 3: Indien afwijkingen in annulaire drukken ontstaan als bedoeld in het eerste lid, wordt de inspecteur-generaal der mijnen schriftelijk ingelicht onder het overleggen van een actieprogramma voor het in te stellen onderzoek en eventueel te nemen maatregelen. In urgente gevallen wordt onmiddellijk telefonisch melding van die afwijkingen gedaan.

Staatstoezicht op de Mijnen

Henri Faasdreef 312 | Den Haag

Postbus 24037 | 2490 AA Den Haag

T 070 379 84 00

F 070 379 84 55

info@sodm.nl

www.sodm.nl