

aan : 5.1.2e [redacted] EPZ, Borssele  
 EPZ, Borssele

van : 5.1.2e [redacted] NRG, Petten

kopie : 5.1.2e [redacted] NRG, Petten

datum : 24 oktober 2019

referentie : 24511/19.154837 C&S/MH/ES

onderwerp : Evaluatie van vermoeiingsbelastingen op voedingswaterstompen op stoomgeneratoren

Auteur: 5.1.2e [redacted] Reviewed 5.1.2e [redacted]

## 1. Inleiding

De vermoeiingsanalyse van de voedingswaterstompen op de stoomgeneratoren tot en met 2034 is beschreven in rapport [1]. Voor de bepaling van de thermische belastingen zijn FAMOS-metingen gebruikt vanaf de installatie van FAMOS in mei 2010 tot en met juni 2013. De afleiding van deze belastingen wordt beschreven in de belastingspecificatie [2]. Naar aanleiding van aanpassingen van aantallen in de belastingcatalogus, diende de vermoeiingsanalyse van de voedingswaterstompen van de stoomgeneratoren te worden aangepast. Met een afschattende berekening [3] is aangetoond dat de maximale gebruiksfactor in het drukvoerende deel in 2034 kleiner zal zijn dan 1. Voor de aansluiting van de thermosleeve kan dat tot dusver niet aangetoond worden.

Om de vermoeiingsbelasting op de voedingswaterstompen op de stoomgeneratoren te reduceren wordt op dit moment de mogelijkheid onderzocht om de inbedrijfnameprocedure aan te passen. Hiertoe zijn tijdens de opstarts vanaf de splijtstofwissel in 2016 (SW16) testen uitgevoerd. Na de opstart van SW19 zal worden besloten over eventuele permanente aanpassingen aan de inbedrijfnameprocedure.

Als tijdelijke overbrugging en ter ondersteuning van het jaarrapport vermoeiingsmonitoring tot SW18 [4] wordt in deze notitie de analyse van de FAMOS-metingen tot SW18 gepresenteerd. Hiertoe wordt de FAMOS-meetdata vergeleken met de belastingspecificatie [2], [3]. De belastingtoestanden die zijn opgetreden vanaf juli 2013 tot SW14 zijn reeds geanalyseerd in notitie [5] (zie Tabel 1). De notitie laat zien dat de temperatuurwisselingen die in november 2013 zijn opgetreden tijdens opstarten vanuit nullast koud (belastingtoestand 2.1) niet worden afgedekt door de belastingspecificatie. In paragraaf 5 van de huidige notitie wordt de invloed hiervan op de vermoeiingsanalyse beschouwd. Voor de

overige belastingtoestanden opgetreden tot SW14 is de belastingspecificatie afdekkend. Daarnaast wordt een uitgebreide analyse van de FAMOS-meetdata van SW14 tot SW18 gepresenteerd.

In paragraaf 2 wordt een overzicht gegeven van de belastingtoestanden die zijn opgetreden in de periode van SW14 tot SW18. In paragraaf 3 wordt beschreven hoe deze belastingtoestanden zijn gesimuleerd in de vermoeiingsanalyse. Vervolgens worden in paragraaf 4 de opgetreden temperatuurwisselingen vergeleken met de temperatuurwisselingen in de vermoeiingsanalyse. In paragraaf 5 wordt de invloed van afwijkingen ten opzichte van de vermoeiingsanalyse op de cumulatieve gebruiksfactor beschouwd. Ten slotte wordt in paragraaf 6 de conclusie gepresenteerd.

5.1.1.c.



## 2. Opgetreden belastingtoestanden

5.1.1.c.



5.1.1.c.




### 3. Belastingen in vermoeiingsanalyse

5.1.1.c.



5.1.1.c.



5.1.1.c.

A large, solid grey rectangular box covers the majority of the page, indicating that the content has been redacted.

#### 4. Verificatie van temperatuurwisselingen

5.1.1.c. [Redacted text block]

5.1.1.c. [Large redacted text block]

5.1.1.c. [Redacted text block]

[Redacted text block]

5.1.1.c. [Large redacted text block]

5.1.1.c.

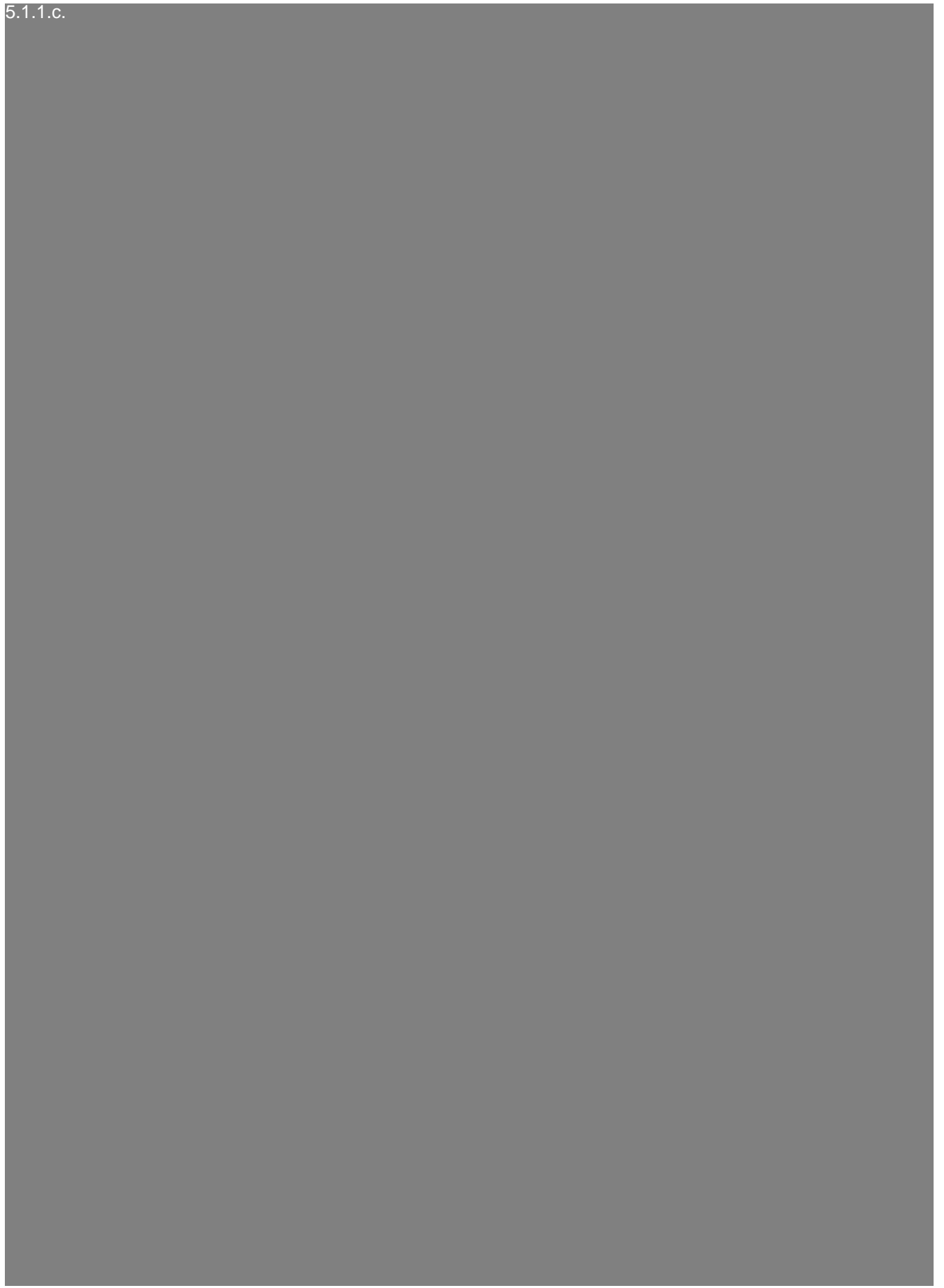
[Redacted text block]

[Redacted text block]


5.1.1.c.

[Large redacted text block]

5.1.1.c.

A large, solid grey rectangular box covers the majority of the page, indicating that the content has been redacted.

5.1.1.c.

A large, solid grey rectangular box covers the majority of the page, indicating that the content has been redacted.



5.1.1.c.



5.1.1.c.



5.1.1.c.

## 5. Invloed op vermoeiingsanalyse

In notitie [5] is getoond dat tussen juli 2013 en SW14 twee meer T5-temperatuurwisselingen zijn geteld dan voor de opgetreden gebeurtenissen voorzien in de belastingspecificatie. Van SW14 tot SW18 is het getelde aantal temperatuurwisselingen T2, T7, T8, T9 en T11 hoger dan voor deze periode voorzien in de belastingspecificatie (zie Tabel 19). Om de invloed van deze hogere getelde aantallen op de vermoeiingsanalyse van de voedingswaterstompen op de stoomgeneratoren te bepalen, zijn de totaal getelde aantallen tot SW18 bepaald. 5.1.1.c.

Vergelijking van deze aantallen met de aantallen in vermoeiingsanalyse laat vervolgens zien dat voor alle groepen temperatuurwisselingen, behalve T9, de vermoeiingsanalyse afdekkend is (zie Tabel 21 en Tabel 22).

5.1.1.c.

5.1.1.c.

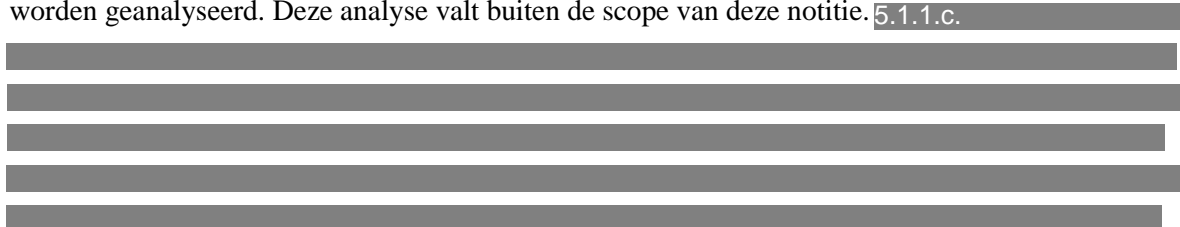
5.1.1.c.



5.1.1.c.



De temperatuurwisselingen die in de vorige paragraaf zijn gemarkeerd als "Nieuw" dienen nader te worden geanalyseerd. Deze analyse valt buiten de scope van deze notitie. 5.1.1.c.



5.1.1c



5.1.1.c.

. Met deze verhoging en de bijdrage van de extra opgetreden / op te treden T9-temperatuurwisselingen is de maximale cumulatieve gebruiksfactor voor het drukvoerende deel 0.90 ( $= 0.81 + 0.01 + 0.08$ ). Dit is kleiner dan de toelaatbare waarde van 1.

5.1.1.c.

## 6. Conclusie

In deze notitie is de FAMOS-meetdata van MS 27 en MS 30 van SW14 tot SW18 vergeleken met de temperatuurwisselingen uit de belastingspecificatie [2], [3].

Voor T2, T7, T8, T9 en T11 is het van SW14 tot SW18 getelde aantal temperatuurwisselingen hoger dan voor deze gebeurtenissen voorzien in de belastingspecificatie (zie Tabel 19). Voor de overige temperatuurwisselingen geldt het omgekeerde.

Door de totaal getelde aantallen tot SW18 te vergelijken met de aantallen in de vermoeiingsanalyse [3], is aangetoond voor alle groepen temperatuurwisselingen, behalve T9, de vermoeiingsanalyse afdekkend is (zie Tabel 21). De teveel getelde T9-temperatuurwisselingen plus een marge voor op te treden temperatuurwisselingen na SW18 leveren voor het drukvoerende deel van de stempelen een additionele gebruiksfactor van 0.01. De maximale cumulatieve gebruiksfactor van 0.81 uit de bestaande vermoeiingsanalyse [3] blijft met deze additionele gebruiksfactor kleiner dan de toelaatbare waarde van 1.

Tijdens opstarten vanuit nullast koud (belastingtoestand 2.1), afregelen tot nullast koud (belastingtoestand 2.2) en RESA (belastingtoestand 2.10) zijn 108 temperatuurwisselingen opgetreden die niet worden afgedekt door de temperatuurwisselingen gedefinieerd in de vermoeiingsanalyse. In de meeste van deze gevallen zijn de gemeten gradiënten groter dan de grootste gradiënt in de vermoeiingsanalyse. Deze temperatuurwisselingen behoeven nadere analyse. Een eerste grove

afschatting geeft een toename in gebruiksfactor van 0.08. De maximale cumulatieve gebruiksfactor voor het drukvoerende deel wordt hiermee 0.90 (= 0.81 + 0.01 + 0.08). Dit is kleiner dan de toelaatbare waarde van 1.

## Literatuurlijst

- [1] 5.1.2e , Fatigue Assessment of the Feedwater Nozzle of NPP Borssele, Rapport NRG-23450/14.129768, 3-3-2015.
- [2] 5.1.2e , Load Specification for New Fatigue Analysis of the Feedwater Nozzle at the Steam Generator, Rapport NRG-23450/14.129769, 3-3-2015.
- [3] 5.1.2e , Afschatting van cumulatieve gebruiksfactoren voedingswaterstomp, NRG-notitie 23628/16.138880 C&S/5.1. /ES, 29-6-2016.
- [4] 5.1.2e , Jaarrapport vermoeiingsmonitoring, Status tot SW18, Rapport NRG-24511/19.154835, 24-10-2019.
- [5] 5.1.2e , Verificatie van belastingspecificatie voor voedingswaterstomp op stoomgenerator met FAMOS-metingen, Notitie 23628/15.131945 C&S /5.1. /ES, 17-12-2015.
- [6] 5.1.2e , Jaarrapport vermoeiingsmonitoring, Status tot SW15, Rapport NRG-23628/16.140641, 9-12-2016.
- [7] 5.1.2e , Jaarrapport vermoeiingsmonitoring, Status tot SW16, Rapport NRG-24135/17.142759, 5-4-2017.
- [8] 5.1.2e , Jaarrapport vermoeiingsmonitoring, Status tot SW17, Rapport NRG-24161/18.146751, 12-3-2018.
- [9] 5.1.2e Fatigue Monitoring System FAMOS, FAMOS Manual, AREVA Report NEEA-G/2007/en/0410, 20-05-2010.
- [10] 5.1.2e Transiëntenrapport over periode 1973 t/m december 2014, EPZ-rapport KTE/5.1.2e /R 156084, 9-2-2015.