

Onderzoeksresultaten van het project “De Lerende Steen”

DLS Eindsymposium/Relatie-event Gouda Vuurvast, 05 november 2019, Oegstgeest

Mark Scheltes (Gouda Vuurvast Services)
Mariusz Cieplik (ECN part of TNO)



Europese Unie
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



Provincie
Noord-Holland



Kansen voor West II

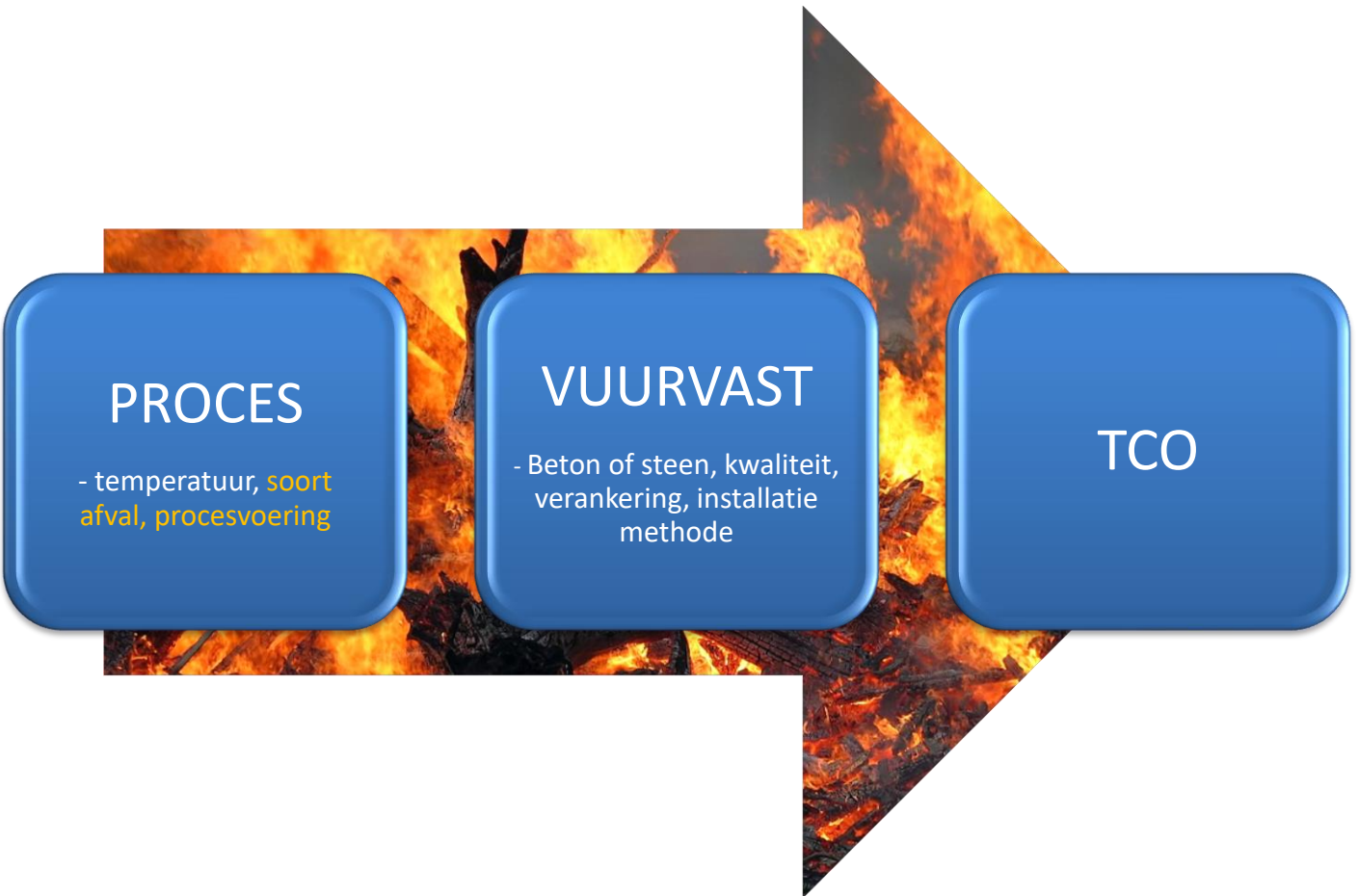
Toename schade in ketels sinds 2012



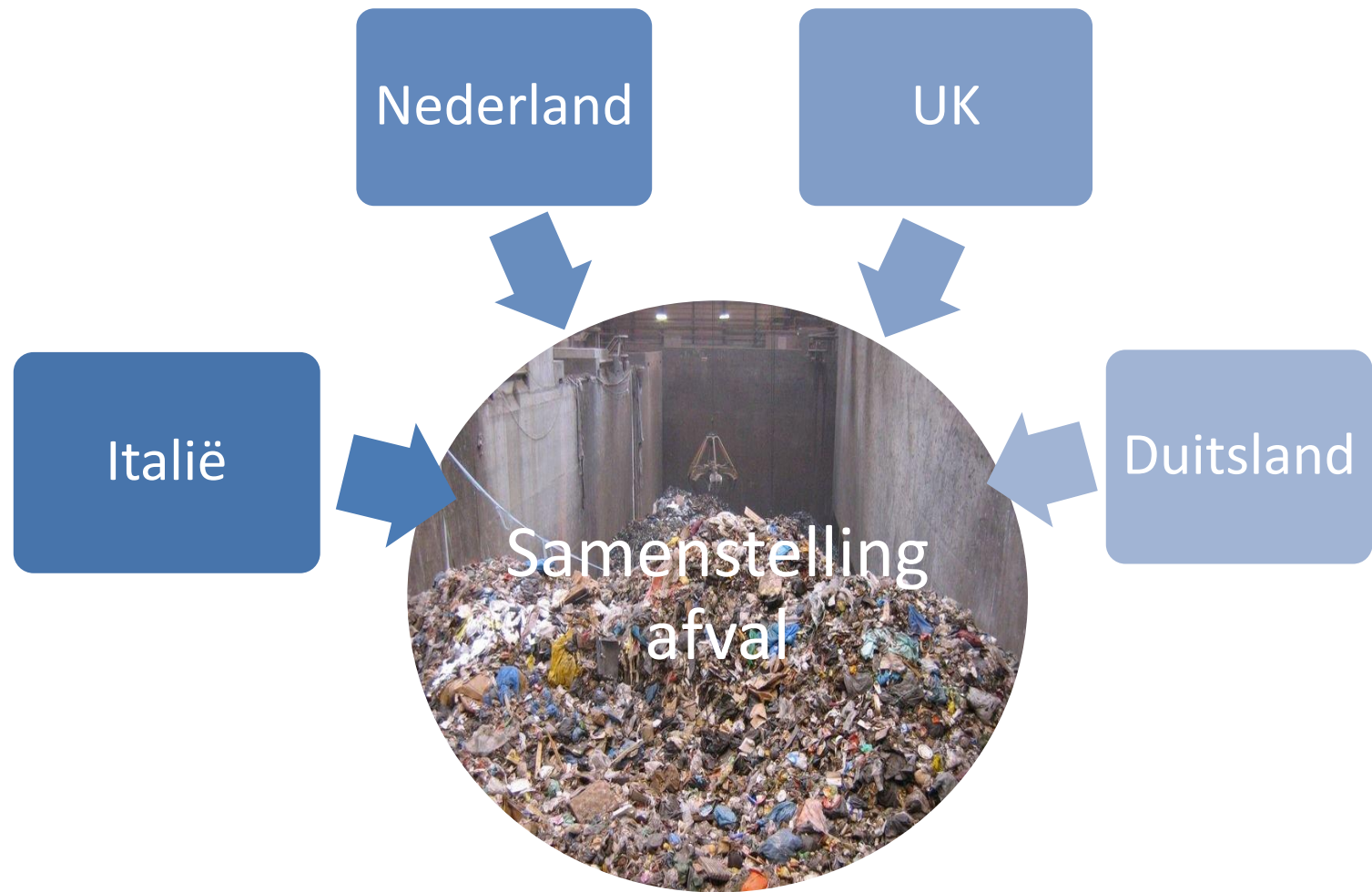
—

—

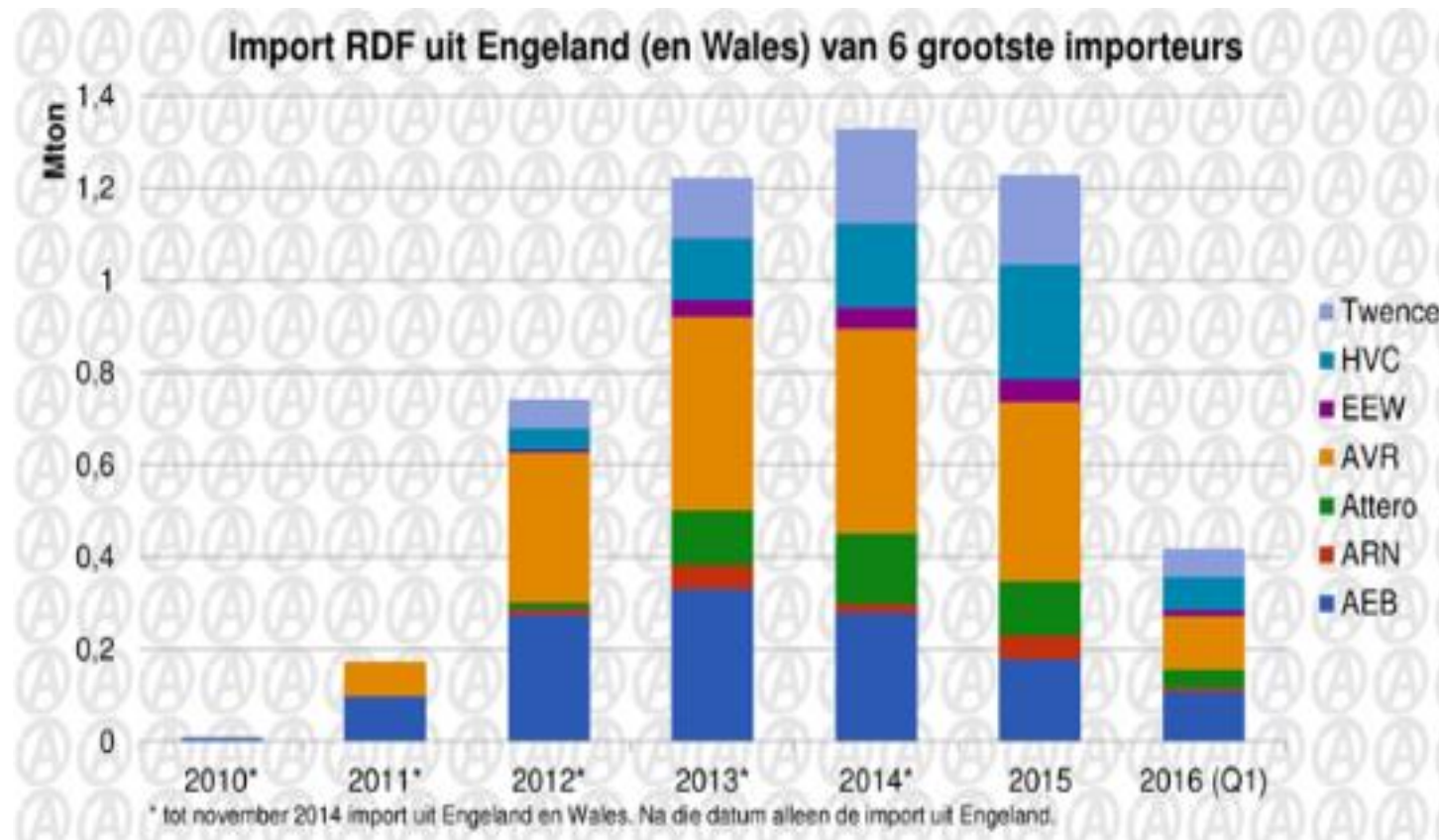
Invloed op TCO



Verandering van afval



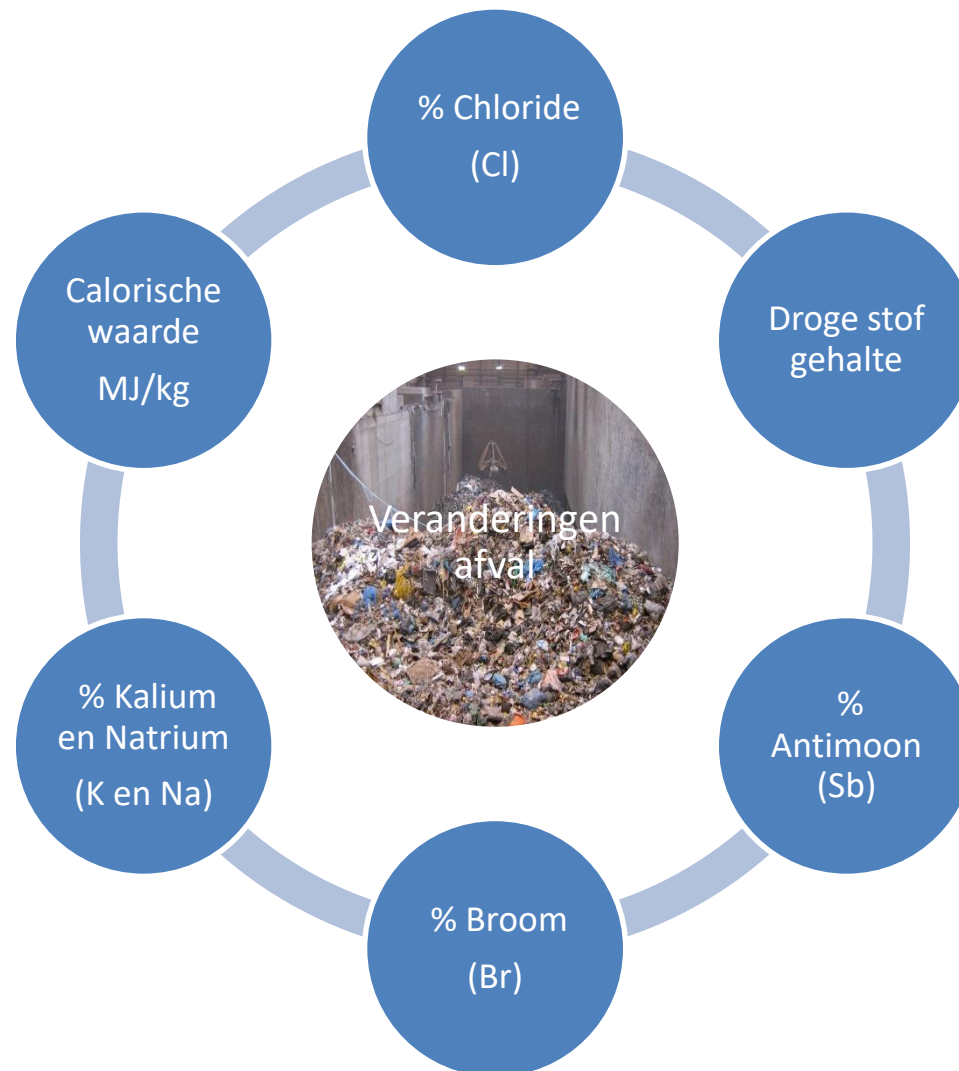
Import afval



RDF=
Refuse Derived Fuel /
droog, hoogcalorisch
afval in balen

Bron: Afval online

Gevolgen verandering afval



Invloed van procesvoering



Bepalen faalmechanismen & procesdata



Start idee “De lerende steen”

Uitgangspunten “De lerende steen”

Probleem:

- Gemiddelde kosten degradatie vuurvast ca. 600k EUR/jr. per ketel
- Kosten lopen de laatste jaren op
- Samen met de schade aan de membraamwanden en oververhitters loopt dit op tot ca. 1.5M EUR/jr. per ketel

Doel:

- Verlagen kosten vervangen vuurvast
- Verlengen levensduur vuurvast

Door middel van:

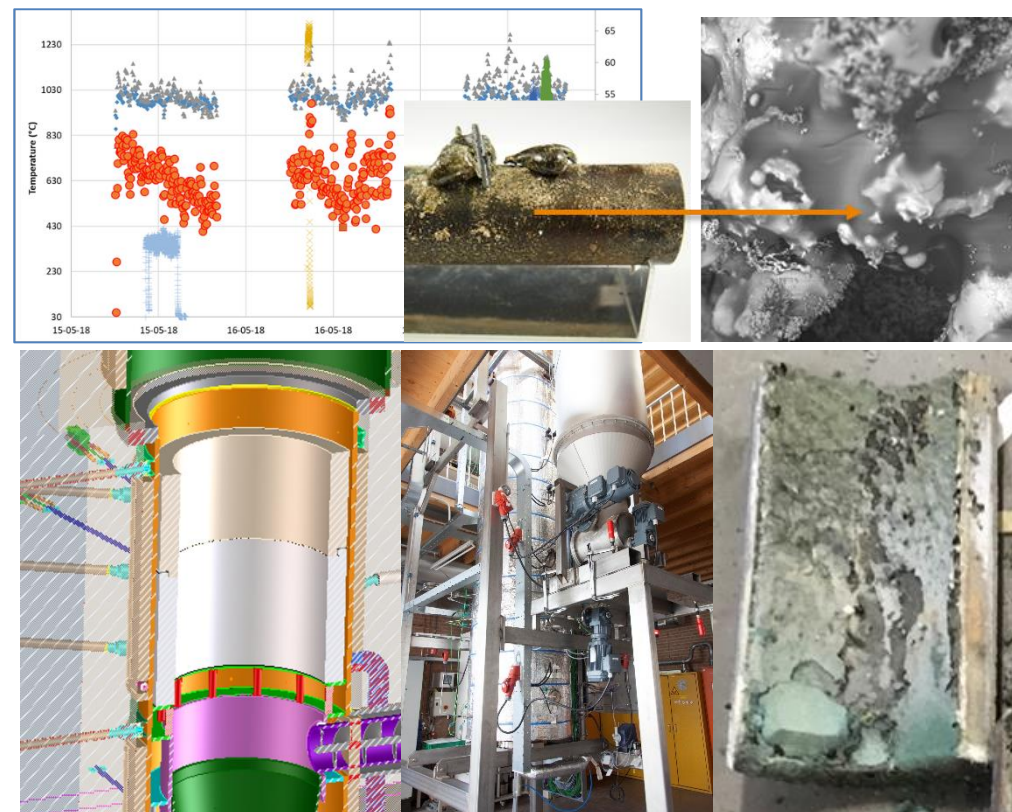
- Meetcampagnes bij assetowner(s)
- Uitvoeren testen in proefoven o.b.v. uitkomsten meetcampagnes
- Bepalen van belangrijkste parameters en algoritmes
- Optimalisatie proces / vuurvast

ECN.TNO bijdrage aan DLS

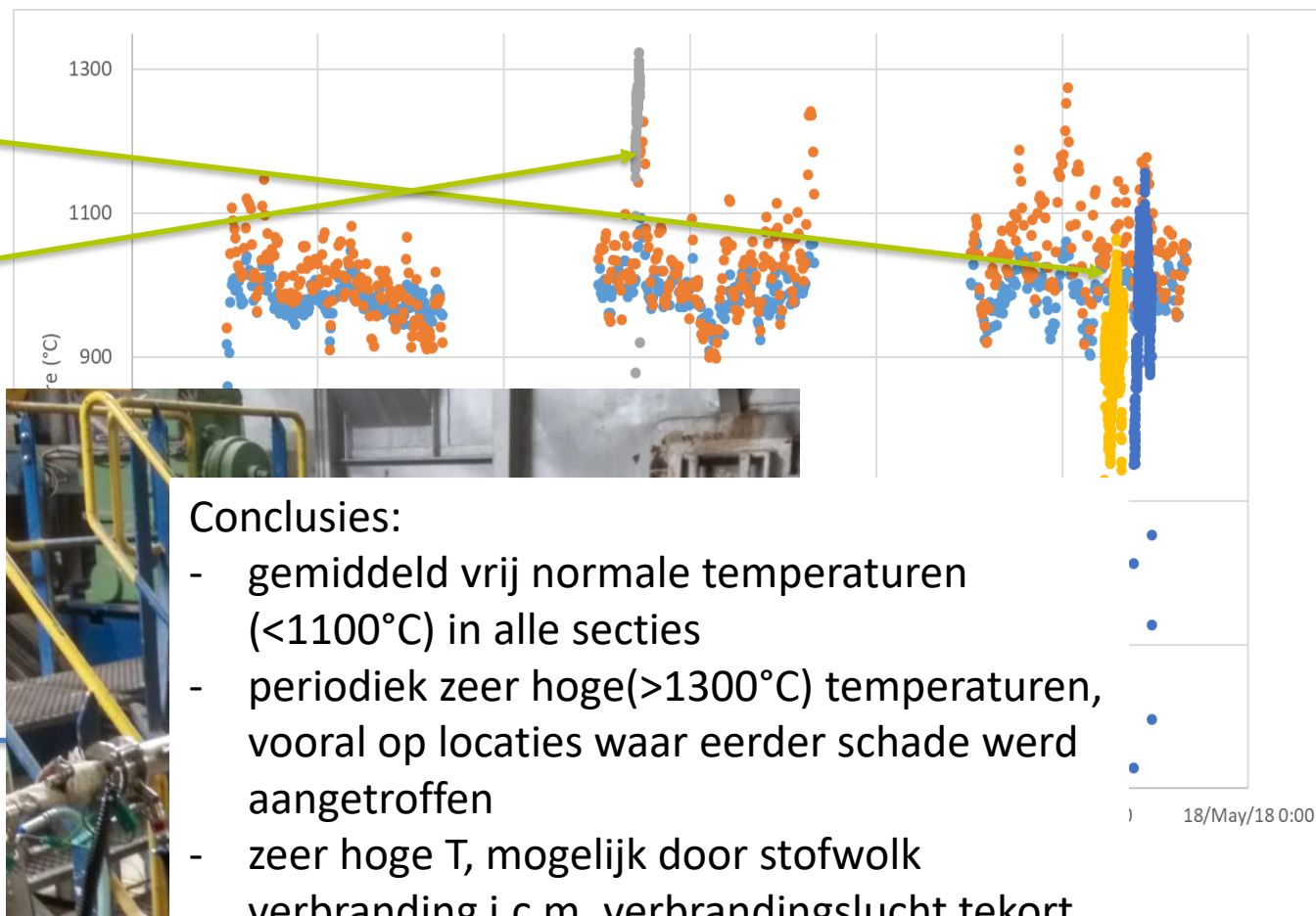
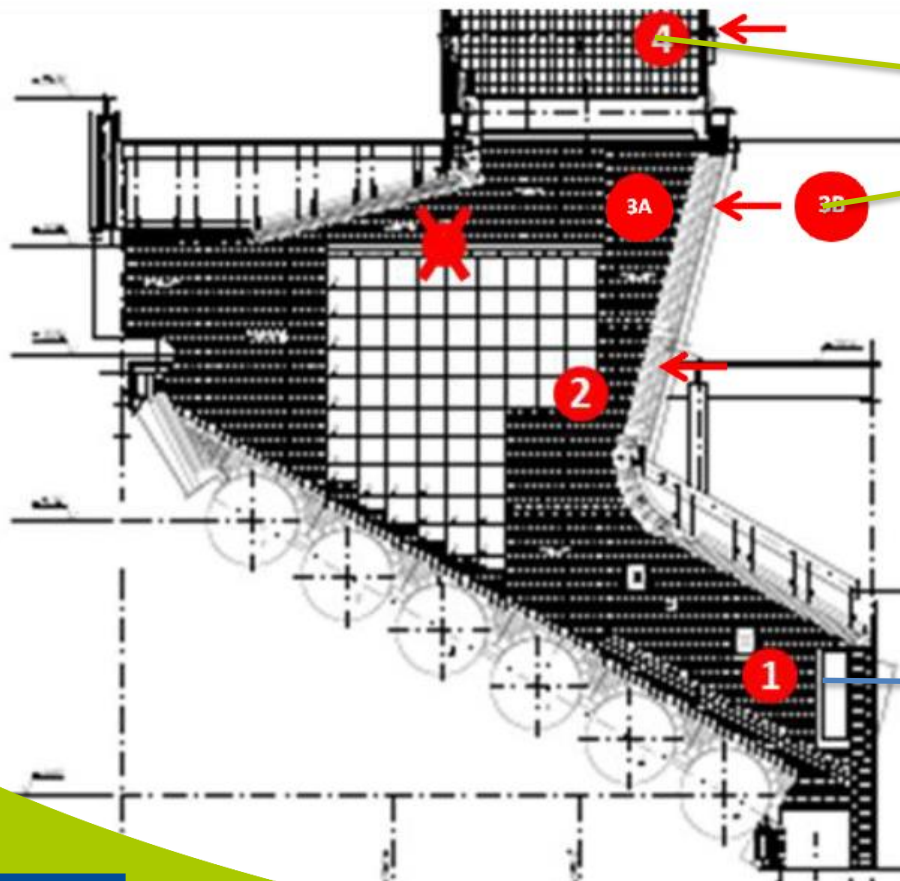


ECN.TNO bijdrage aan DLS

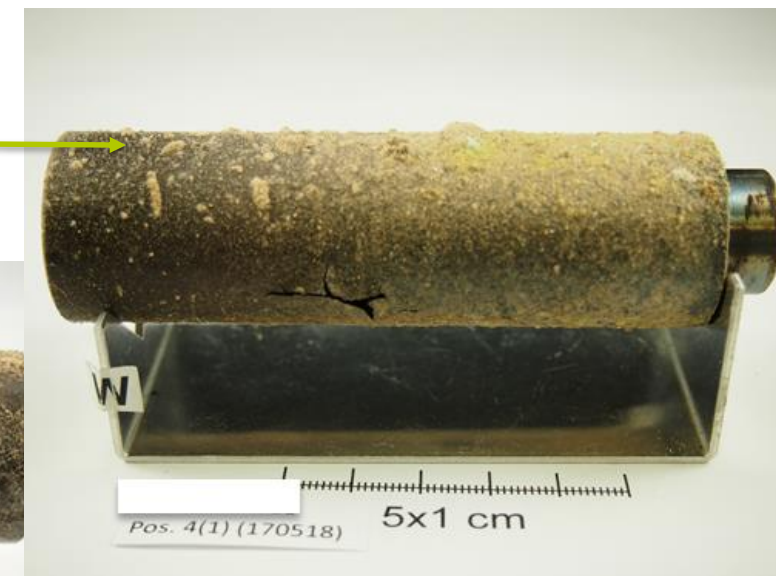
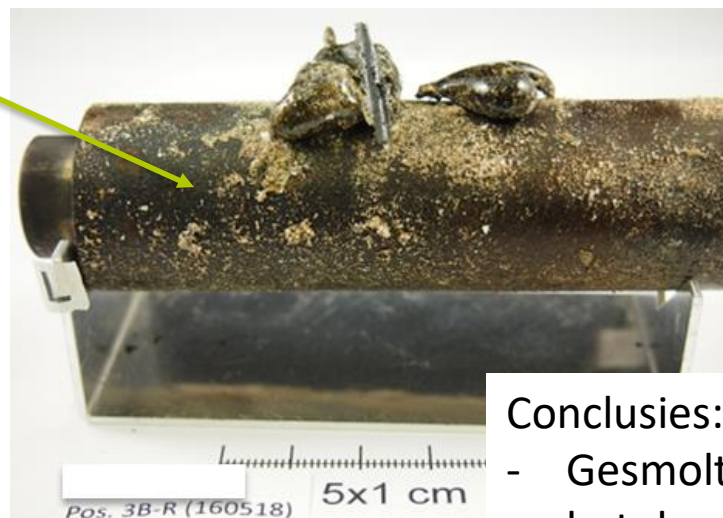
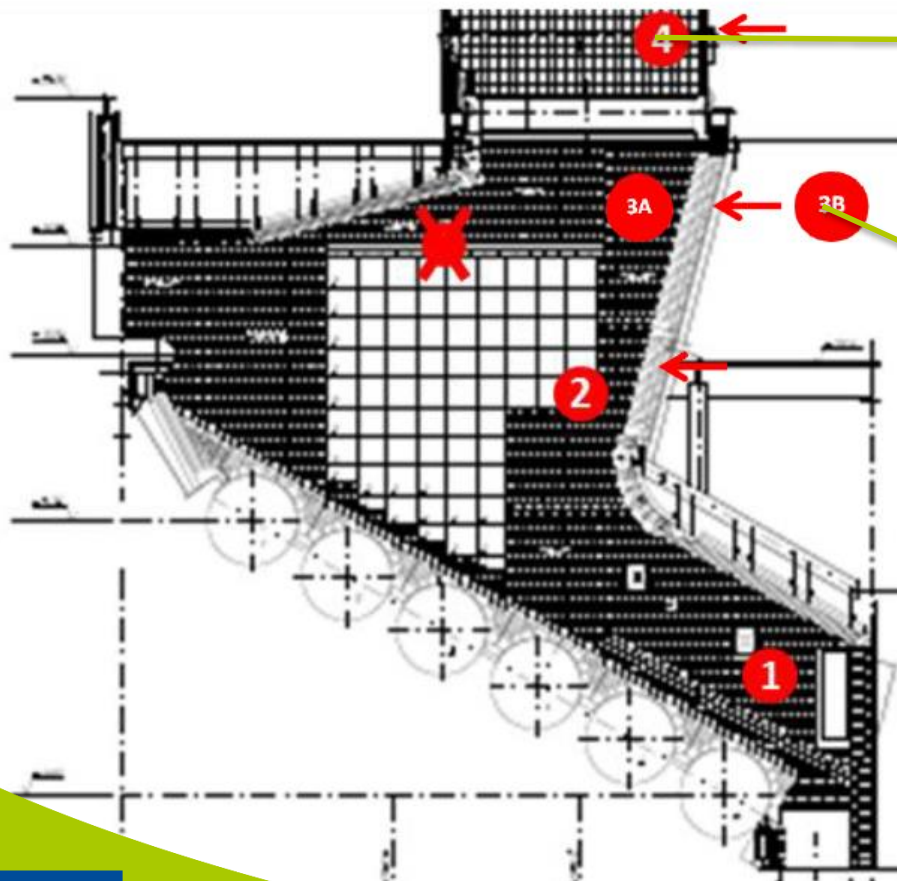
1. Literatuurstudie en een meetcampagne bij een volschaal AVI om de oorzaken van problemen vast te stellen
2. Ontwerp/bouw van een testopstelling waarin de AVI condities adequaat nagebootst kunnen worden
3. Selectie van de specifieke vuurvaste- en anker- materialen (i.s.m. Gouda Vuurvast Services)
4. Uitvoeren van een testreeks en analyses om de geselecteerde materialen te toetsen en data te leveren aan andere partners



AVI referentie meetcampagne: temperatuur vs meetposities



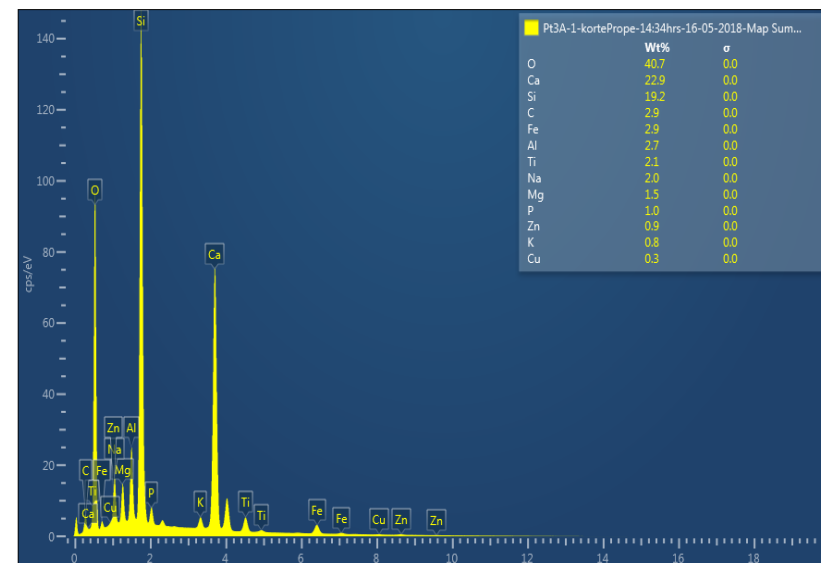
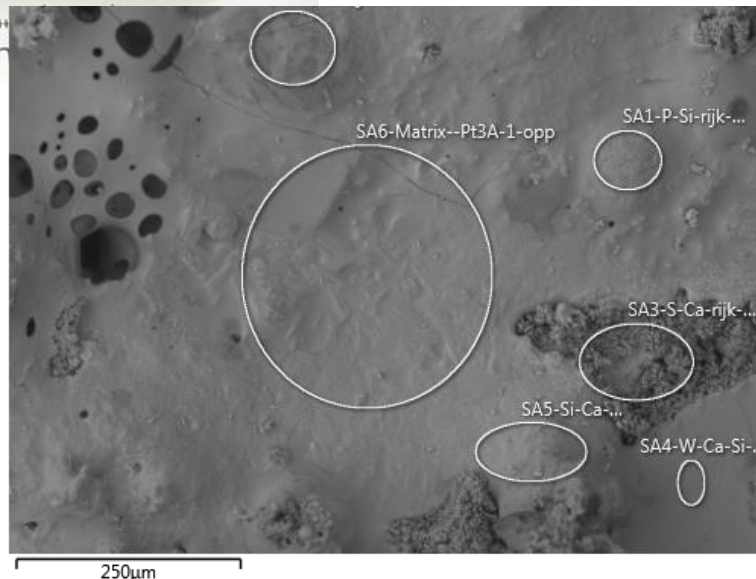
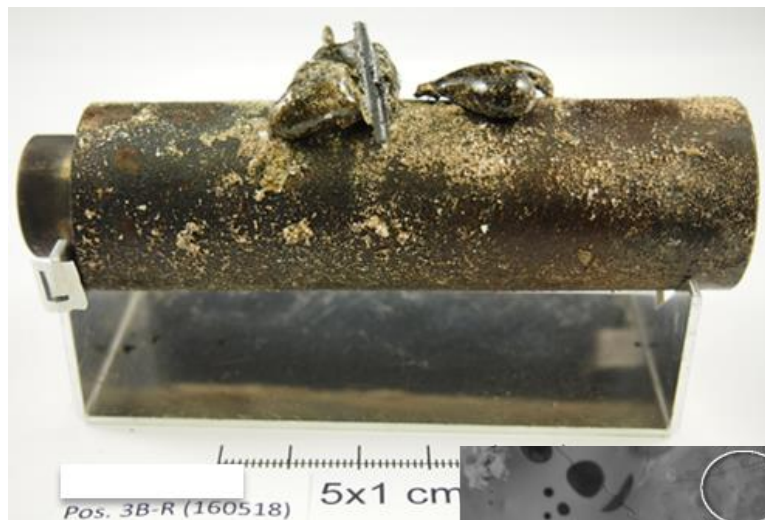
AVI referentie meetcampagne: locatie vs as-depositie



Conclusies:

- Gesmolten as/slak deposiet op de lijszijde van het depositiesubstraat (d.w.z. druppels “regen”) bij zeer hete ($>1300^{\circ}\text{C}$) positie 3
- Niet gesmolten deposiet op de “gematigde” ($\sim 1200^{\circ}\text{C}$) temperatuur positie 4

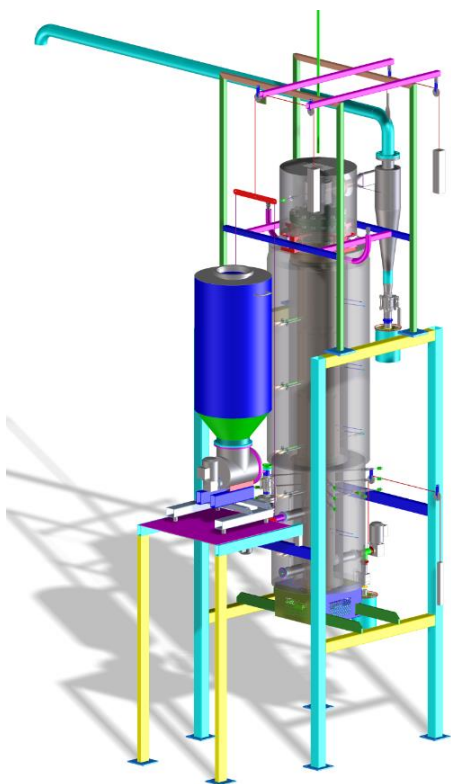
AVI referentie meetcampagne: slak samenstelling



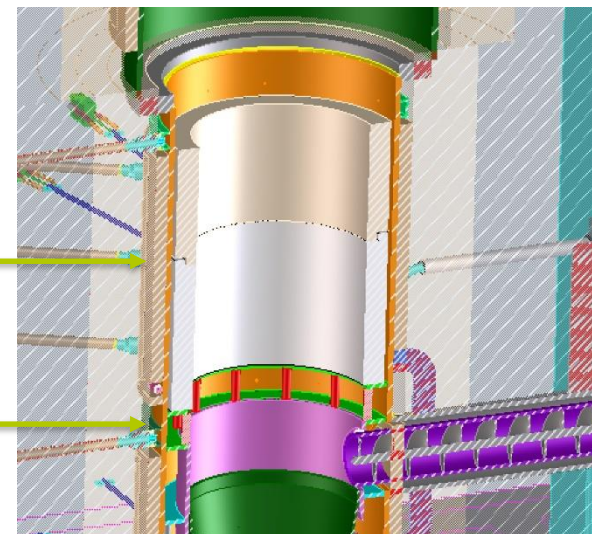
Conclusies:

- Gesmolten as/slak bevat veel silicium, vermoedelijk uit de vuurvaste stenen, vermengd met “gewone” afval as-componenten (Ca, Al, Fe, Na, K)
- Deze minerale fase kan alleen ontstaan bij zeer hoge T (>1300°C), en leidt tot het oplossen van de stenen

Testinstallatie GROB: ontwerp en bouw



- Grote Roosterverbranding Opstelling Biomassa
- Algemene karakteristiek:
 - Max. 20 kg/h gesorteerd/voorgemalen (< 2,5 cm) huishoudelijk afval (of model brandstof o.b.v. RDF/hout e.d.; max 15 kg/h)
 - Integraal opgebouwd uit Alloy 625 elementen – zeer sterk mechanisch en kan goed tegen corrosie
 - 3-weg luchtdoseersysteem (air staging)
 - Speciaal platform voor real-life vuurvaste materialen testbed (stenen + ankers)
 - Aanvullende gasbrander voor de simulatie van stofwolkverbranding
 - Geïntegreerde naverbrander (2s @ 850°C) en rookgas koeler/condensor voor efficiënte emissie-minimalisering



Testinstallatie GROB: programma

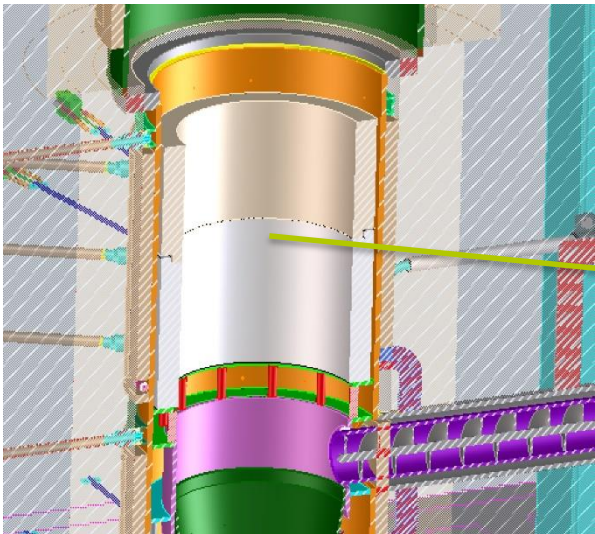
brandstofpakket	fuel 1	fuel 2	fuel 3
vuurvastpakket	Test 1	Test 2	Test 3
T conus/steen (anker)	<850/<900°C	<900/<1000°C	<1000/<1100°C
brander/stofwolkverbrandig	nee	ja (periodiek)	ja (continu)
vochtgehalte brandstof	hoog (40 % a.r.)	gemiddeld (30 % a.r.)	laag (20 % a.r.)
zuurstof regime	constant (8 % vol)	variabel (6-10 % vol)	variabel (6-10 % vol)

brandstofpakket	eigenschappen	componenten
fuel 1:	laag Cl/laag as/laag cal/ hoog vochtig	hout/afvalhout (50/50 % w/w, droog/pellets)
fuel 2:	gemiddeld Cl/hoog as/laag cal/gem. vocht	hout/RDF/afvalhout/mineraal A/B (30/20/40/5/5)
fuel 3:	hoog Cl/hoog as/hoog cal/laag vocht/hoog K+Na	RDF/afvalhout/mineraal A/B (50/40/5/5 % w/w)+1% KOH/NaCl (1:1)

Stenen: 4 kwaliteiten; SiC en Al₂O₃ als basis, enkel en dubbel gebrand (in totaal 24 segmenten)

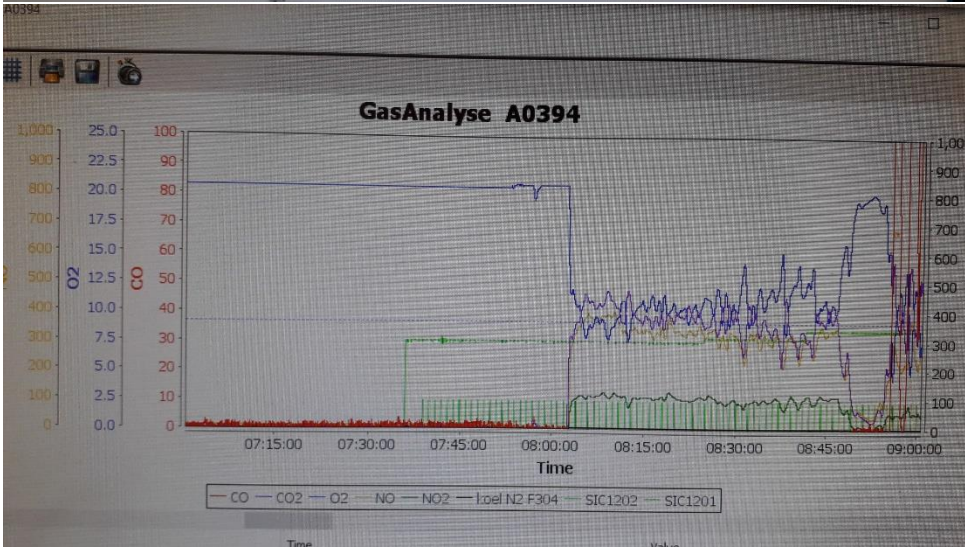
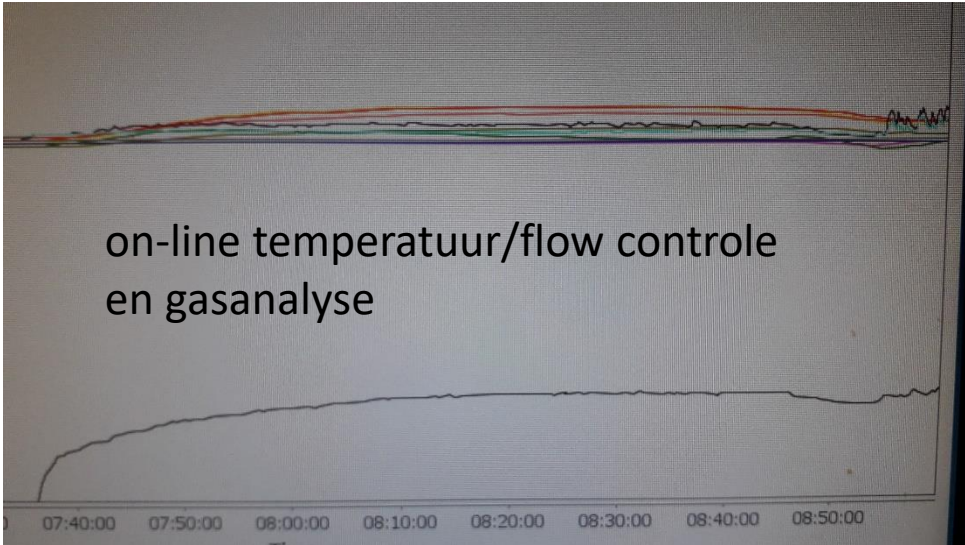
Ankers: 4 kwaliteiten; “gewoon” roestvaststaal en speciale legeringen (12 stuks)

Testinstallatie GROB: in actie



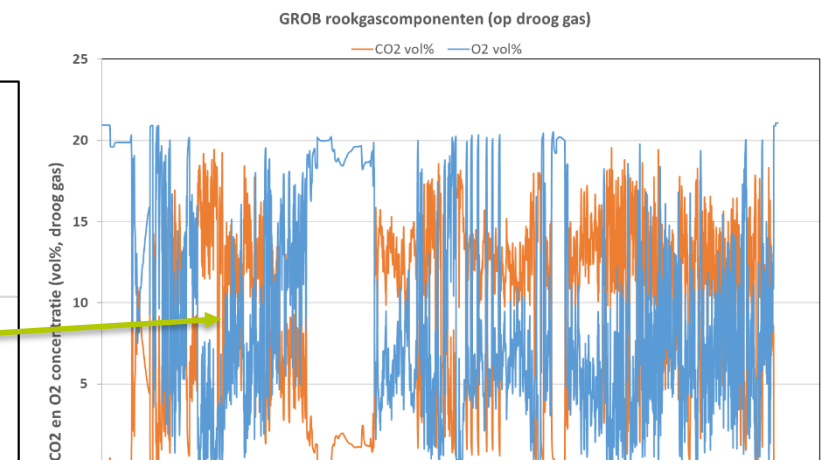
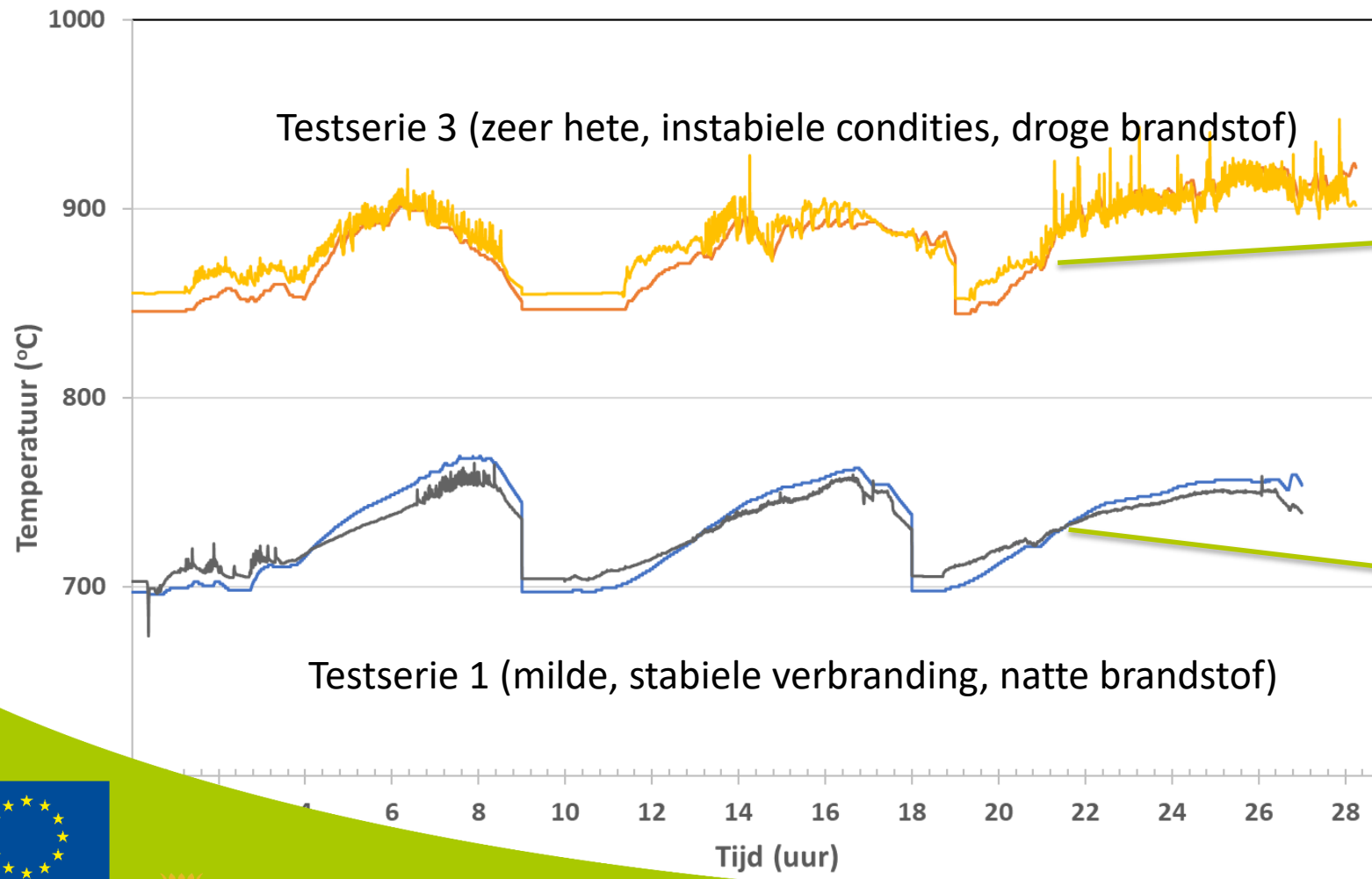
vuurvaste steen
(90° ½ hoogte segment/
8 segmenten/test)

anker
(4 st/test)

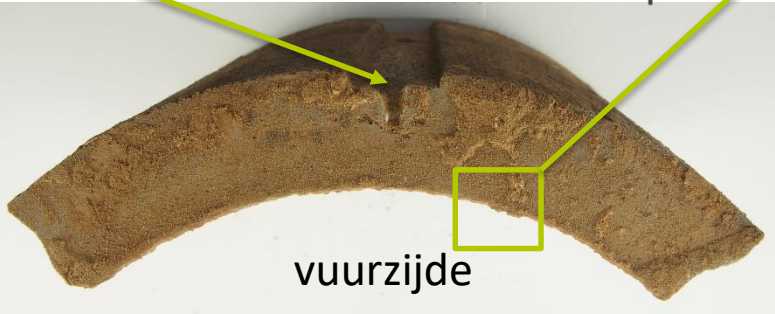


GROB testen: on-line resultaten/data

GROB installatie temperaturen achter stenen (ankers)



GROB resultaten: stenen analyse (voorbeeld)

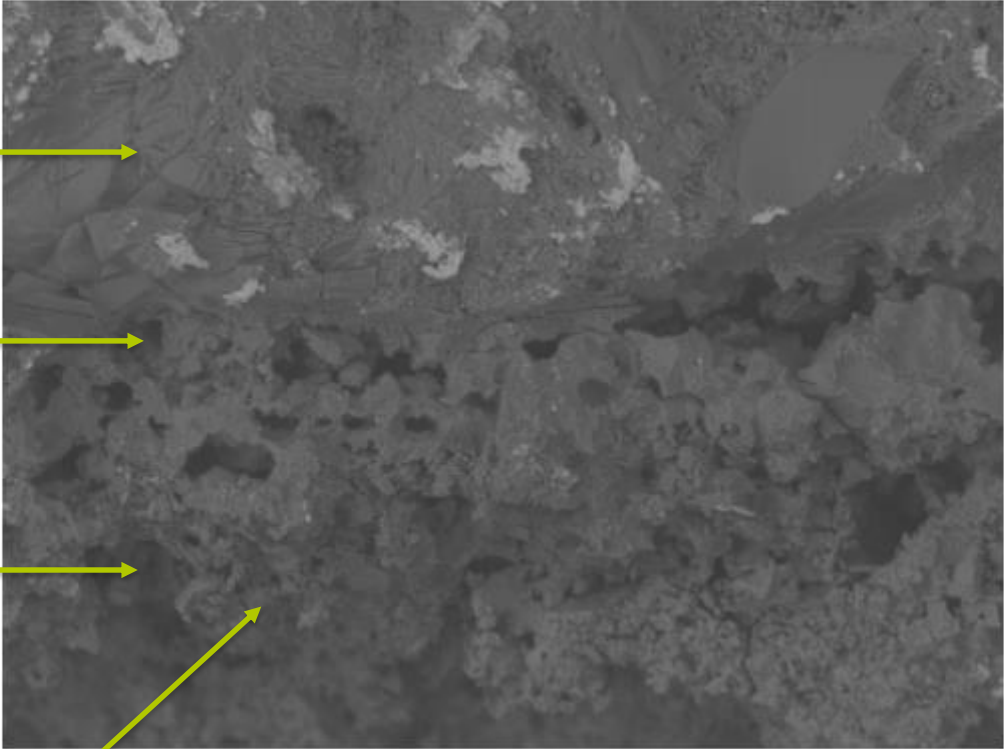


steen

grenslaag

as/slaklaag

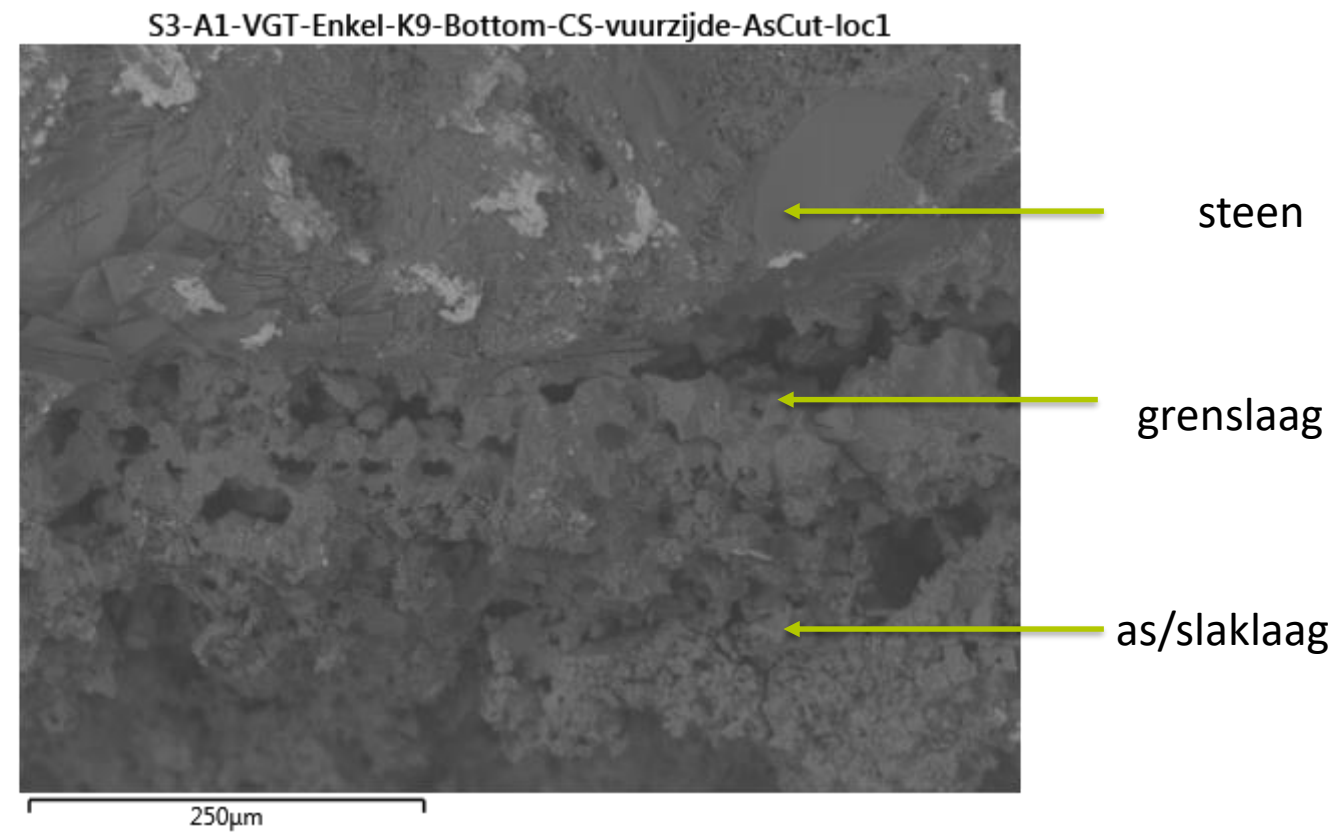
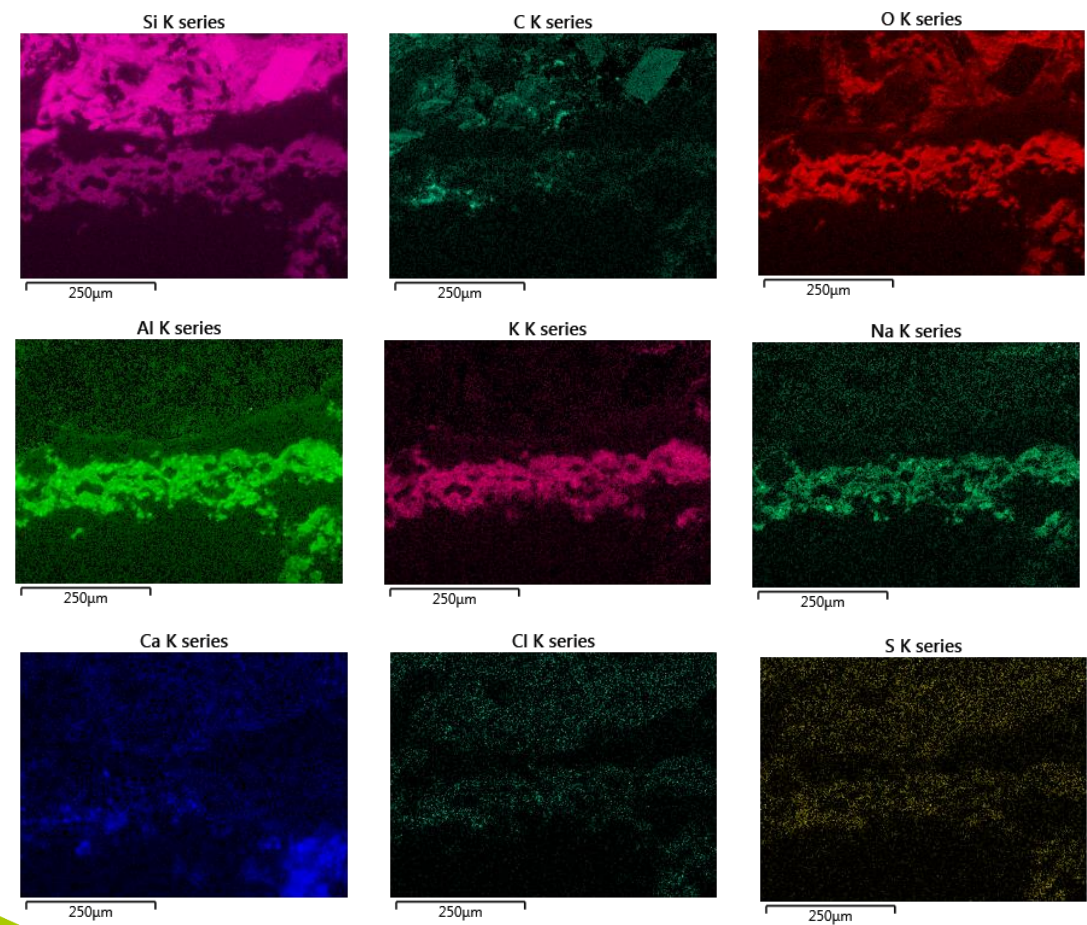
S3-A1-VGT-Enkel-K9-Bottom-CS-vuurzijde-AsCut-loc1



250µm

vuurzijde

Resultaten: stenen analyse (voorbeeld)



Conclusie:
Bij hoge T oxideert de(ze) steen en lost geleidelijk op
in de as/slak aanslag...

Testen: status en voorlopige conclusies

- Alle testen zijn uitgevoerd
- Online data gedeeld met educatie en modellerende partners
- Steen analyses
 - Fotografisch/afmetingen afgerond (meeste stenen zijn “gegroeid”)
 - SEM/EDX ong. 50% compleet
 - Grote verschillen in as/slak aanslag type en dikte tussen verschillende testen
 - Zichtbare verschillen in steen degradatie afhankelijk van het type, brandstofpakket en T; echter bij nominale omstandigheden blijven vrijwel alle stenen vrijwel intact
- Ankers analyses
 - Ong. 50% compleet
 - Test 1: zeer weinig degradatie, zelfs bij betaalbare materialen
 - Test 3: Alloy 625 degradatie van ca. 20 micron/100 uur (lineaire extrapolatie naar 8000h = 1,6 mm... in alle richtingen...
- GROB vs real-life
 - Adequate simulatie van procesomstandigheden en realistische degradatie mechanismen

Dank voor uw aandacht

Mark Scheltes (Gouda Vuurvast Services)
Mariusz Cieplik (ECN part of TNO)