

# Ageing of Asphalt Pavements (AAP+)

*AAP+ towards the next-generation ageing protocols*



Rijkswaterstaat  
Ministry of Infrastructure  
and Water Management



## Seminar: 'Bouwen op Kennis'

*Met KPE naar een  
klimaatneutrale weg*

1 november 2021

**Katerina Varveri**  
**Diederik van Lent**

**Knowledge-based  
Pavement  
Engineering**  
2020-2024

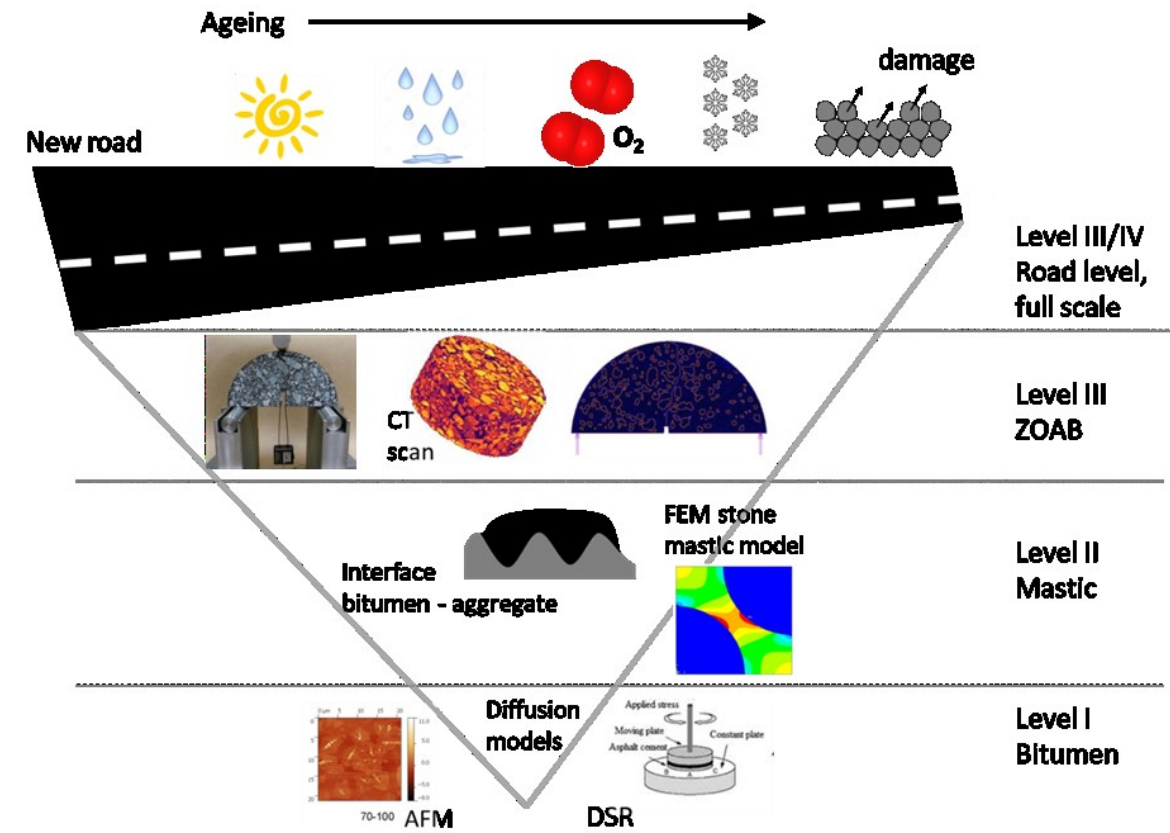
# Deze presentatie

- Verouderingsonderzoek verricht onder InfraQuest – AAP project
- Huidige onderzoeksvraag van Rijkswaterstaat – KPE AAP+
- Projectplan AAP+
- Werkzaamheden TNO en TUDelft



# Vorig onderzoek binnen AAP (2015-2020)

- Fundamenteel onderzoek van verouderingsmechanismen
- Op vier verschillende niveaus:
  - Bitumen
  - Mortar/Mastiek
  - ZOAB
  - Weg
- Gestandaardiseerde kunstmatige veroudering komt niet goed overeen met de wegpraktijk



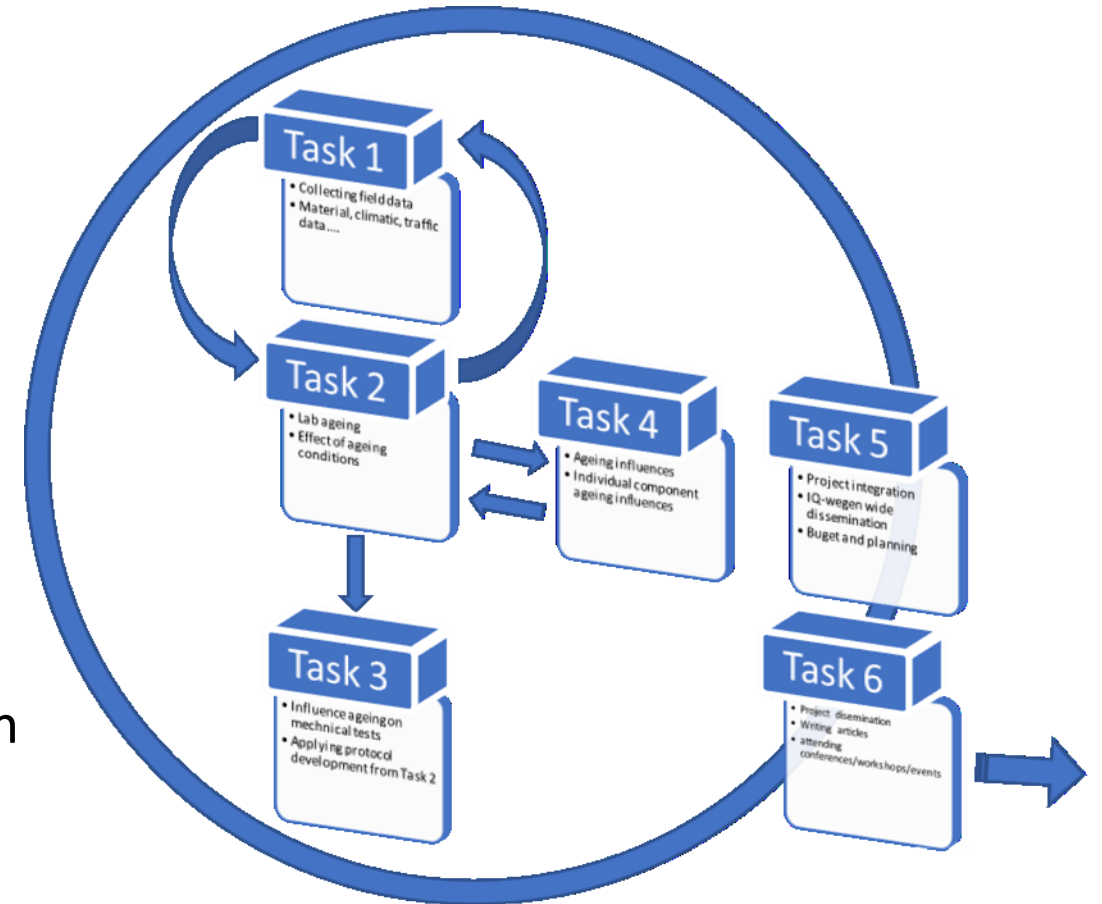
# Nieuw onderzoek AAP+ (2021-2024)

- Monitoring en analyseren van verouderingsinvloed in de wegpraktijk
- Het verfijnen van de AAP veroudering om representatiever te worden voor de wegpraktijk (temperatuur, vocht, vorst-dooi)
- Het uitbreiden van de AAP veroudering (standaard mengsels) naar mengsels met RAP en innovatieve mengsels (PERS, epoxy mixtures)
- Ontwikkeling van een verouderingsprotocol dat gebruikt kan worden als input voor een verouderingsprotocol van Rijkswaterstaats “blauw drukken”.



# Project overview

- Task 1: Praktijkdata
- Task 2: Lab veroudering ontwikkeling
- Task 3: Lab verouderingsprotocol toegepast op mechanische (rafelings-)testen
- Task 4: Invloeden van individuele componenten
- Task 5: Projectintegratie
- Task 6: Publicaties

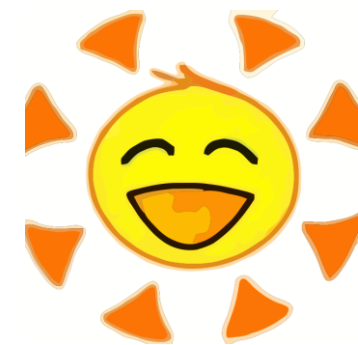


# AAP+ (2021-2024)

- TNO focust op de ontwikkeling van een verouderingsprotocol dat gebruikt kan worden as input voor een verouderingsprotocol voor de “blauw drukken” van Rijkswaterstaat, op asfaltmengselniveau
- Op asfaltmengselniveau, vanwege:
  - Betere simulering van de korte termijn veroudering zoals in de wegpraktijk
  - Meer overeenkomstige bitumenlaagdikte zoals in de wegpraktijk
  - Invloed van de toeslagmaterialen zoals in de wegpraktijk
- TUDelft focust op bindmiddelniveau voor de ontwikkeling van een verouderingsprotocol voor de “blauw drukken”







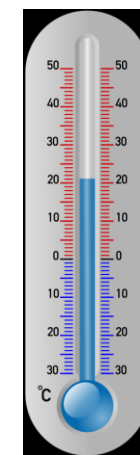
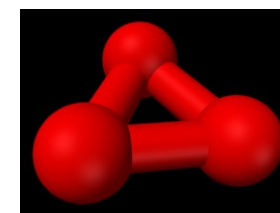
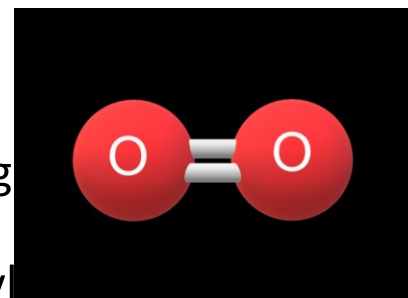
# TASK 1 Datacollectie

- Deze eerste taak focust op de verzameling van data uit de praktijk voor het vinden van de belangrijkste verouderingsparameters en validatie van het lab verouderingsprotocol.

- Subtask 1 (TNO activiteiten)

- Verzamelen en analyseren van (omgevingspraktijk, zoals:

- Temperatuur van het asfalt en de omgeving
- UV stralingsniveaus
- Zuurstof/ozon en niveaus van andere beïnvloeders
- Verkeersintensiteit (mogelijke invloed op de intrinsieke veroudering van bindmiddel)
- Neerslag/nat wegoppervlak
- Andere externe factoren (bijvoorbeeld aanlegproces)



# TASK 1 Datacollectie

- Subtask 1 (TNO activiteiten)
- Analyseren praktijkdata voor het verfijnen van het lab verouderingsprotocol (ontwikkeld in Task 2) door het toevoegen van omgevingsfactoren die het verouderingsproces significant beïnvloeden.
- Kernen uit de praktijk worden gekarakteriseerd om te dienen als referentie voor lab verouderingsprotocol
- Uitbreiding experimenten voor het karakteriseren van de (verouderde) bindmiddelen op basis van meest belovende experimenten uit KPE - CEAB



# TASK 2 Ontwikkeling lab verouderingsprocedures

- Het doel van deze task is de ontwikkeling van kunstmatige verouderingsprocedures die representatiever zijn voor de veroudering in de wegpraktijk.
- Eerste jaren standaard asfaltmengsels, daarna asfaltmengsels met RAP en tot slot innovatieve mengsels (zoals PERS en epoxymengsels)
- Subtask 2 (TNO activiteiten)
- Aanvang met verfijnen van IQ-AAP verouderingsprotocol voor standaard mengsels, om meer representatief te zijn voor de wegpraktijk.
- Het verfijnen gebeurt op basis van geïdentificeerde parameters uit Task 1, bv. toevoeging van vocht, mechanische belasting, vorst-dooi.



# TASK 2 Ontwikkeling lab verouderingsprocedures

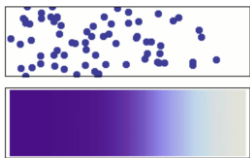
- Het doel van deze task is de ontwikkeling van kunstmatige verouderingsprocedures die representatiever zijn voor de veroudering in de wegpraktijk.
- Subtask 2 (TNO activiteiten)
- De representativiteit van het te ontwikkelen verouderingsprotocol wordt gevalideerd op basis van de praktijkdata in Task 1. Dit zal een iteratief proces zijn.
- Uitbreiding experimenten voor het karakteriseren van de (verouderde) bindmiddelen op basis van meest belovende experimenten uit KPE - CEAB

# TASK 3 Invloed van veroudering bij mechanische experimenten

- Het doel van deze task is om het effect van veroudering te onderzoeken op de resultaten van mechanische (rafelings-) testen, bv. RSAT (Rotating Surface Abrasion test) en ARTe (Aachener Raveling Tester)
- Subtask 3 (TNO activiteiten)
- Analyse van de resultaten van de mechanische (rafelings-) testen met gebruik van het verouderingsprotocol op mengselniveau ontwikkeld in Task 2.
- Onderzoeken of de geïntroduceerde parameters van invloed zijn op asfalt (test) niveau.

# TASK 4 Verouderingsinvloeden van individuele componenten

- Doel is om de individuele effecten van componenten on het uiteindelijke lab verouderingsprotocol te onderzoeken.
- Subtask 4 (TNO activiteiten)
- Specifieker onderzoek naar de invloeden van verouderingsfactoren zoals:
  - Onderzoek naar de hechting en verouderingseigenschappen veroorzaakt door de omzetting van calciumhydroxide in calcium carbonaat in vulstoffen
  - Diffusie van veroudering beïnvloedende substanties en de invloed op het verouderingsprotocol
  - Adsorptie tussen vers bindmiddel en RAP (en mogelijk rejuvenator)

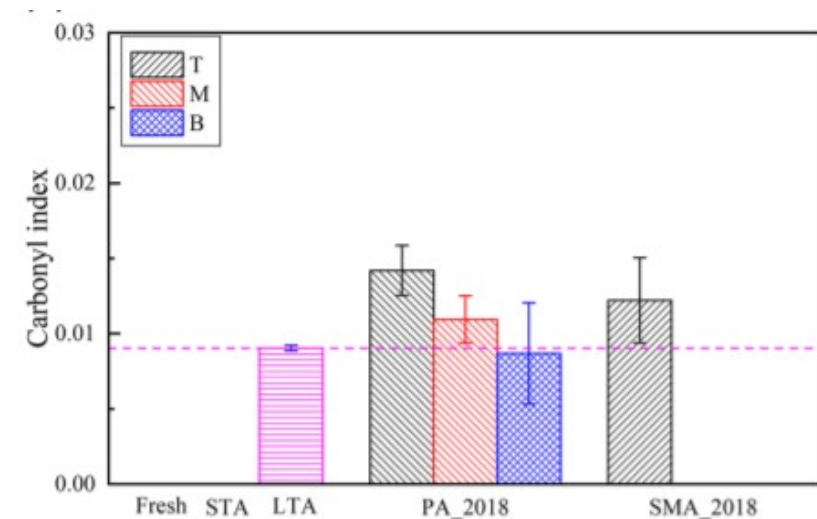
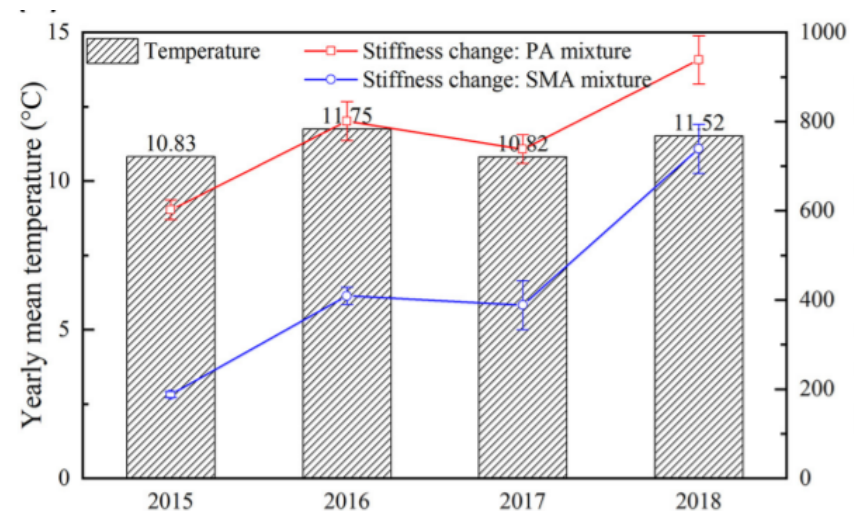


# TASK 1 Data collection (TU Delft activities)

Objective: Collection of **field data** and **preliminary experimental analysis** to establish boundary conditions for laboratory ageing protocol.

## Subtask 1.2

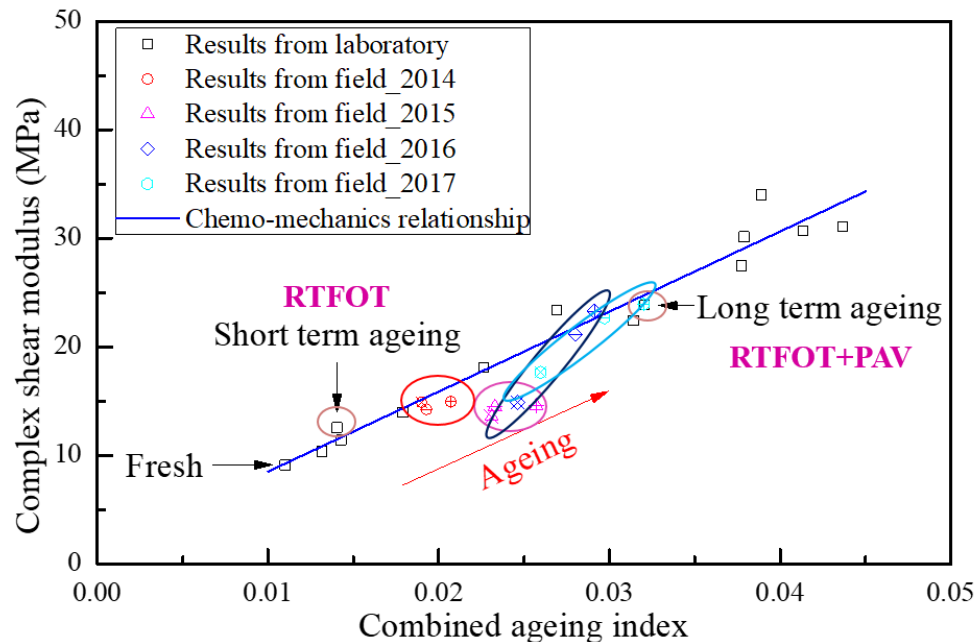
- Collection of field data (continuous monitoring since 2014 - AAP)



# TASK 1 Data collection (TU Delft activities)

Objective: *Collection of **field data** and **preliminary experimental analysis** to establish boundary conditions for laboratory ageing protocol.*

## Subtask 1.2: Systematic ageing evaluation of standard and alternative binders



### Motivation

- **Ageing gradient in ZOAB**, while **SMA ageing** occurs at **pavement surface**.
- **Weak relationship** between **field ageing** and the standard **ageing protocols**;
- Reveal differences in **degradation rates** between **standard and alternative binders**

### Activities

- **Coupled conditioning protocols**: PAV at moist conditions, extended PAV-dry, etc.;
- **Chemo-mechanical tests** (DSR, FTIR, DSC, GPC and SARA);
- **Relation with field ageing data.**



# TASK 2 Developing lab ageing procedures (TU Delft activities)

Objective: *Develop **artificial ageing procedures** that are more representative for road practice.*

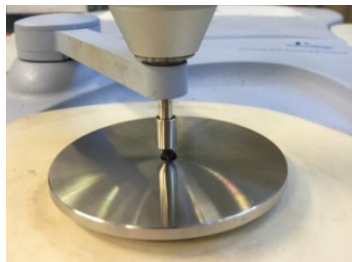
## Subtask 2.2: Effect of constituent materials on ageing susceptibility of mixtures

- What is a representative **binder ageing protocol** considering fundamental knowledge (Subtask 1.2) and field data?
- What is the **link between material** performance (bitumen/mastic level) with **mixture performance** of (porous) asphalt mixtures at initial conditions and after ageing?
- What are the **ageing sensitivity indices** to be used at the design stage for material selection?

# TASK 2 Developing lab ageing procedures (TU Delft activities)

## Subtask 2.2: Effect of constituent materials on ageing susceptibility of mixtures

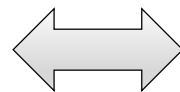
- What is a representative **binder ageing protocol** considering fundamental knowledge (Subtask 1.2) and field data? → *Feedback loop so that mechanisms/processes at lab agree with those at field.*
- What is the **link between material** performance (bitumen/mastic level) with **mixture performance** of (porous) asphalt mixtures at initial conditions and after ageing? → *Chemometrics; Statistics; Multiscale ageing modelling.*
- What are the **ageing sensitivity indices** to be used at the design stage for selection of standard and alternative binders? → *Critical properties/ indices.*



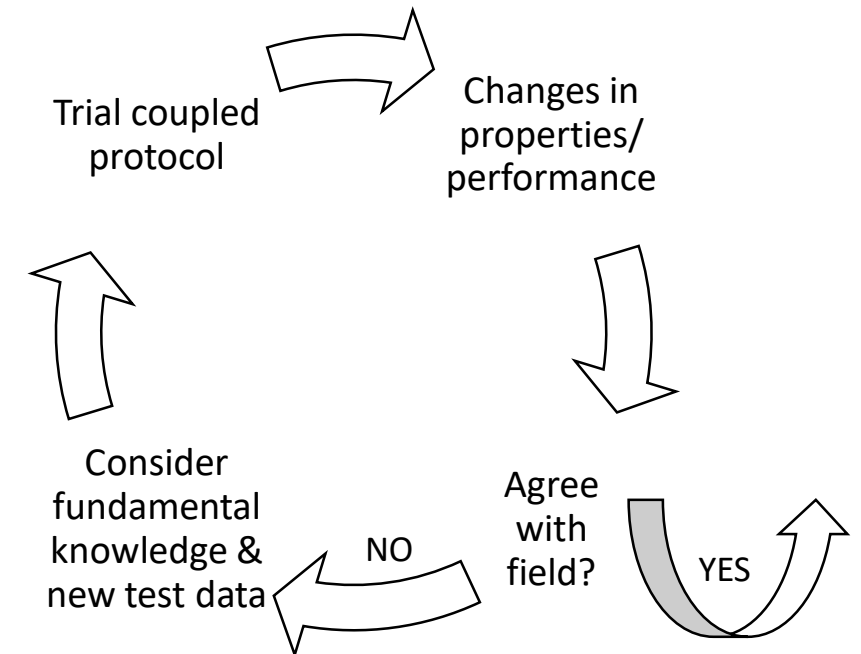
Chemistry & rheology



Cross-scale relationships



Strength & stiffness



# TASK 3 Ageing influence on mechanical experiments (TU Delft activities)

Objective: *Investigate the effect of ageing on the results from **raveling susceptibility tests**, such as RSAT and ARTe.*

## Subtask 3.2: Effect of constituent materials on mixture raveling

- Is there/what is the relationship between the binder chemo-rheological ageing/moisture properties with the results of the mechanical raveling tests?
- Consider also binder-filler/aggregate adhesion properties (link with Subtask 4.2).



# TASK 4 Ageing effects from individual components (TU Delft activities)

Objective: Investigate the **effect** of individual **components** on the developed laboratory **ageing protocols**.

## Subtask 4.2: Coupled moisture-ageing effects on binder-filler/aggregate interactions

- What is the effect of mineral **fillers** on binder **ageing/moisture sensitivity**? Are the processes similar for new **alternative** binders?
- How do **fillers degrade with time**, e.g. hydrated lime carbonation? How can we quantify the degradation? Can we use it as an index for durability?\*
- How does ageing affect **binder-filler/aggregate adhesion** properties?

*\*Preliminary work: MSc thesis Gianluca Guardigli – Effect of active mineral fillers on ageing and moisture of bituminous mixtures.*

**Bedankt voor uw aandacht.  
Zijn er nog vragen?**

