



ASPARi

Paving the way forward

# PAVING THE WAY FORWARD

The Asphalt Process Newsletter

Vol 2 - November 2020

*Beste collega's en vrienden,*

*Wat een rare wereld waarin we leven en werken op dit moment. Tot dusver is het een heel ander jaar geweest. Wie had begin dit jaar kunnen vermoeden dat we te maken zouden krijgen met een COVID-virus dat de manier waarop we leven en werken aanzienlijk verandert. Het heeft zeker de manier veranderd waarop onze studenten hun onderzoek uitvoeren.*

*Hier op de universiteit is ons onderwijs de afgelopen maanden sterk veranderd. Onze eerstejaarsstudenten zijn de enigen die genieten van onderwijs op de campus. Farid en ik geven les in het programma van module 1 en de lessen zijn een mix van face-to-face en online colleges. We gaan normaal gesproken de eerste jaren naar een wegebouwplaats om ze al vroeg te laten proeven van de werkelijke civiele techniek. Omdat dit niet mogelijk was, hebben we online virtuele locatiebezoeken gehouden waar Marco Oosterveld (BAM Infra) een asfaltproject in bracht en Inge van Vilsteren (Rijkswaterstaat) een informatief college gaf over wat zij doet en de rol van Rijkswaterstaat in de infrastructuurvoorziening. We zijn dankbaar voor de tijd en moeite die ze hebben gestoken (met andere sprekers) om de civiele techniek onder de aandacht van studenten te brengen. Ook werden drie bachelor-eindprojecten met succes uitgevoerd. Terwijl studenten niet in staat waren om bij de bedrijven te werken vanwege de COVID-situatie, konden ze het vrij goed redden met online werken. Onze dank aan de ASPARi bedrijven voor hun begeleiding van de projecten. Samenvattingen van de projecten zijn te vinden in deze uitgave.*

*Het is zeer waarschijnlijk dat het ASPARi-symposium dit jaar online zal plaatsvinden. Meer info volgt later. Bewaar ondertussen de datum - woensdag 2 december 2020 !*

## In deze editie ...

- Introductie nieuwe Master en PDEng studenten
- Afronden van bachelor projecten
- PQi metingen uitgevoerd in Apeldoorn
- Het gebruik van Virtual Reality in de laboratorium
- Een update van ASPARi in Chili
- Het gebruik van Virtual Reality in de laboratorium

*Aangezien we niet willen dat iedereen de hele dag achter de computer zit, zal de ASPARi Founders meeting twee weken later plaatsvinden. De exacte datum wordt in overleg met de oprichters bepaald.*

*Wij wensen u veel leesplezier met deze nieuwsbrief.*

*Vriendelijke groeten,*

*Seirgei*



## ***Hallo ASPARi netwerk ... ik ga aan de slag met mijn master project***

Mijn naam is Guus Harmsen en ik ben een tweedejaars master student aan de Universiteit van Twente. Tijdens mijn master ben ik, naast uiteraard studeren, ook druk geweest met werkzaamheden in de aannemerij. Hierdoor ben ik tijdens mijn master op diverse asfalteringswerken geweest voor studie en werk gerelateerde activiteiten. Door op locatie te komen krijg je een beter inzicht in het proces voor het realiseren van een “goed” asfaltproduct. Hier is mijn interesse ontstaan voor het asfaltverwerkingsproces. In diverse colleges tijdens mijn studie en tijdens werkbezoeken heb ik geleerd hoe het verwerkingsproces wordt beheerst en hier viel mij op dat het proces voornamelijk rust op expertise en ervaring van de werklieden. Dit heeft mij aan het denken gezet over hoe het proces beter beheerst kan worden door middel van de inzet van technologieën en sensoren. ASPARi is voorloper in het onderzoek naar het beheersen van het proces op basis van uit sensoren verkregen data.



In de laatste fase van mijn master, het thesis onderzoek, wil ik mij richten op het beheersbaarder maken van het asfaltverwerkingsproces. Door direct in gesprek te gaan met de aannemerij ontdekte ik de wens om de laagdikte van asfalt beter te kunnen beheersen. Om dit te realiseren dient de laagdikte tijdens het asfaltverwerkingsproces gemonitord te worden. Deze data kan vervolgens teruggevoerd worden aan de verantwoordelijke voor de laagdikte en kan uiteindelijk dienen als data voor de ‘as-built’. Aangezien er diverse technieken bestaan die de laagdikte kunnen monitoren maar dat deze nog niet/nauwelijks wordt toegepast in de praktijk wil ik een overzicht creëren van de beschikbare technologieën en de gereedheid voor praktijk toepassing. Hieruit moet blijken wat de snelste weg is naar het monitoren van de laagdikte van asfalt en daarmee het beheersbaarder maken van het asfaltverwerkingsproces!

## ***Introducing new PDEng candidate Qinshuo Shen***

My name is Qinshuo Shen, as it is really hard to remember and pronounce my name, I can just go by Shen. I was born in Jingzhou, an ancient city that is located on the banks of the Yangtze River in China. My hometown is famous for its magnificent ancient city wall, which can be returned to more than two thousand years ago and was rebuilt five hundred years ago. I can still remember when I was a kid, my grandfather would take me to those majestic city gates and told me the history of our city and how the city wall gives the city honour and pride. I was always wondering how can the city wall still be stable after so many years, which seems to be my first attempt to investigate a civil engineering problem.

In 2014, I entered the Ocean University of China, located in one of the most beautiful and modern cities in China – Qingdao. The city is well-known for the stunning sea view, the pleasant climate, and kind residents. I chose the structural engineering as my bachelor’s major, but to be honest, I did not really know what it was about in the beginning. However, as my understanding of this subject gradually deepened, I started to enjoy my campus life with the company of concrete and reinforcement. After graduating from my bachelor’s university in 2018, I decided to continue my study and pursue a master’s degree in the Netherlands. At the UT, I chose CME as my master programme because I would like to expand my vision to many other aspects. Luckily, I learned a lot after the two-year study, especially about how to connect the digital technologies in the AEC industry. My master’s thesis aims at developing a meta-model to replace the simulation model utilized in the design optimization process of wind turbine foundations, using machine learning and genetic algorithms. Even when I encountered so many unexpected problems due to the outbreak of COVID-19, I still successfully obtained my master’s degree in August 2020, and, when there was an opportunity for me to continue my study and work in ASPARi as a PDEng candidate, I accepted it without hesitation.



Under the supervision of prof. A. G. Dorée, dr. S. R. Miller, and dr. F. Vahdatikhaki, my PDEng project focuses on the development of an assessment framework to explicitly correlate and map the process quality indicators (PQI) into the product quality in the asphalt pavement, using data-driven techniques. Even though I am just a “rookie” in the big family of ASPARi, I am really inspired by the enthusiasm and passion of my supervisors and colleagues in improving the asphalt construction process, which helps me to quickly get used to the new environment. Therefore, I am really looking forward to doing something cool about asphalt in the ASPARi team in the following two years.

## Abrohom Demir onderzocht Licht Reflectief Asphalt Potentie in Oldenzaal

Externe begeleider — Jeroen Grootenhuis (TWW)

UT begeleiders — Monik Pena Acosta & Seirgei Miller

Dag allemaal, mijn naam is Abrohom Demir (21 jaar en Oldenzaler) en namens ASPARi en de Universiteit van Twente (UT) heb ik mijn Bachelor scriptie uitgevoerd bij Twentse- Weg en Waterbouw (TWW), onderdeel van Reinten Infra. Ondanks de COVID-situatie (vooral vanuit huis werken) zou ik iedereen binnen TWW willen bedanken voor het ondersteunen van mijn scriptie en me direct thuis te laten voelen de keren dat ik er was. Verder wil ik de Gemeente Oldenzaal bedanken voor het beschikbaar stellen van essentiële data voor het uitvoeren van de methodologie. Als laatste wil ik ASPARi bedanken, en dan met name Seirgei Miller en Monik Pena Acosta, die me hebben begeleid gedurende de preparatie en uitvoering van de scriptie.

Namens TWW en ASPARi heb ik de potentie van licht reflectief asfalt in Oldenzaal onderzocht. Maar waarom is dit belangrijk? Om deze vraag te kunnen beantwoorden, kijken we eerst naar een onderwerp dat de laatste twee decennia steeds belangrijker is geworden, klimaatverandering. We willen met zijn allen naar een CO2-neutraal Nederland in het jaar 2050. Middelen hiervoor zijn het terugvallen op hernieuwbare bronnen van energie (mitigatie), maar ook adaptatie maatregelen. Net zoals er meerdere wegen naar Rome leiden, is in de literatuur ook besproken hoe licht reflectief asfalt potentie toont om een contributie bij te dragen aan het halen van de CO2-neutrale 2050 doelstelling.

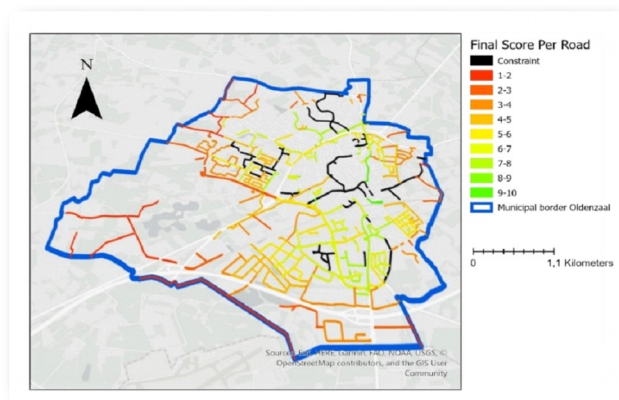
Het concept van licht reflectief asfalt (LRA) is te vergelijken met het dragen van donker en lichter gekleurde kleding tijdens een hete zomerdag. Misschien is het je ooit opgevallen dat als je donkere kleding draagt dat je het dan warmer krijgt. Dit heeft te maken met het verschijnsel genaamd albedo (weerkaatsen van inkomend licht). Donkere kleding absorbeert zonlicht namelijk meer dan lichter gekleurde kleding. Als we terug gaan naar de context van asfalt dan kun je dus ook spelen met de kleur van het asfalt om zo meer zonlicht te weerkaatsen en dus een lagere asfalt temperatuur te behouden. Dit kan leiden tot o.a. een langere levensduur van het asfalt en dus tot minder materiaal gebruik. Een ander voordeel van LRA is dat er minder energie nodig is om straten van dezelfde verlichting te voorzien als dat met traditioneel donker asfalt het geval is.



Naast de vele voordelen van LRA heeft het echter ook nog nadelen. Als voorbeeld kan koplamp verlichting van een tegenliggende auto of een laagstaande zon evt. voor een verblindend effect zorgen, mocht er gebruikt gemaakt worden van een niet-optimaal asfaltmengsel. Ook zijn niet alle straten geschikt voor LRA omdat het weerkaatste licht op muren van huizen of gebouwen kan vallen. Dit schroeft dus alleen maar de energie consumptie van de gebouwen op. Zo ontstaat er alleen maar een probleemverschuiving van weg naar gebouwen. Om te kijken welke asfaltwegen in Oldenzaal dus beschikbaar zijn voor implementatie van LRA moeten alle voor- en nadelen in beschouwing genomen worden. Met deze analyse van voor- en nadelen kunnen we ook kijken welk asfaltmengsel meer geschikt zijn als LRA alternatief.

Door een ruimtelijk model te maken konden de beschikbare en niet-beschikbare asfaltwegen voor LRA implementatie visueel worden aangetoond. Er zijn slechts een aantal straten (29 van de 222 straten) die niet beschikbaar lijken, terwijl er een heel conservatief en strenge nadering van het model is gebruikt om potentiële straten te doorstrepen. De rest van de asfaltwegen is beoordeeld op een schaal van 1 (slechte implementatie potentie) tot 10 (uitstekende implementatie potentie). Ook zijn drie LRA mengsels vergeleken met een traditioneel donker asfaltmengsel. De eerste conclusie is dat een LRA mengsel het best verkregen kan worden door te spelen met de kleur van de steenslag i.p.v. de bitumen. Dit is namelijk de meest duurzame methode, aangezien een lichtgekleurde bitumen laagje er na een aantal jaar af zou slijten door verkeer. Hierdoor komt juist de kleur van de steenslag naar boven voor het grootste deel van de levensduur van het asfalt. Het laatste is dus de betere optie voor het langdurig behouden van een witte asfalt toplaag.

Uitgangspunten van dit onderzoek betreffen het vinden van de optimale LRA mengsel en het vinden van geschikte test locaties binnen Oldenzaal. Dit laatste zou kunnen gedaan worden aan de hand van het gecreëerde ruimtelijke model. Al met al was het, ondanks het werken vanuit huis, een prettige ervaring om een extensief onderzoek uit te voeren namens TWW en de UT. Door de nauwe samenwerking met TWW steek je ook het een en ander op over de civiele sector die je niet uit de boeken kan verkrijgen. Praktijk is daarom ook belangrijk voor je persoonlijke ontwikkeling.



## Rebecca Bock finished her bachelor project

**External supervisors — Steven Mookhoek & Marleen Verstegen (Dura Vermeer)**  
**UT supervisors — Afshin Jamshidi & Seirgei Miller**

My research focuses on the use of a model to predict emissions from paving equipment on a project-scale. With the growing importance of emission reduction and emission reporting, companies try to keep their impact on the environment as low as possible. For a long time, emissions of non-road machinery were dismissed as being of little significance, but in recent years predictions have shown that they have a large impact on air quality, especially in urban areas. Previous studies of current models have shown large uncertainties on a smaller scale and emission factors that poorly reflect in-use emissions. Despite the increased attention to non-road machinery, a large data gap surrounds paving equipment emissions.



This study investigates the question: “How can emissions modelling help Dura Vermeer estimate the impact of measures to reduce non-road emissions on asphalt construction sites and what parameters could be adjusted to improve the accuracy of the model?” In this research, two different emission reduction measures are considered, on the one hand replacing older machines with newer ones that have higher emission standards, and on the other hand switching the fuel used from regular diesel to HVO fuels or blends of the two.

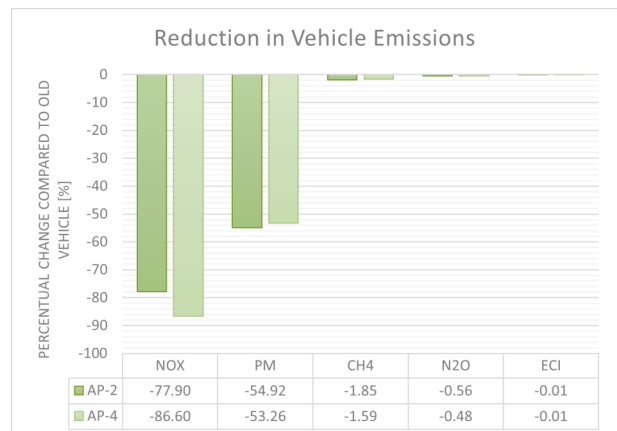
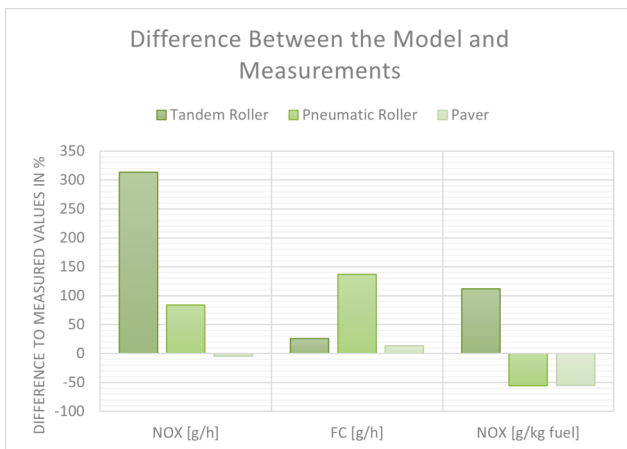
Much of this study was based on a literature review, further data sources were Dura Vermeer and four companies from the AS-PARI-group. The provided data included vehicle specifications, fuel consumption data, and load factors from in-use vehicles. The focus of the literature review were the current emission models and their calculation procedures. Also, the uncertainty of the models and studies evaluating the assumptions made in the model were considered. Based on the literature review, an emissions model was then chosen and restructured to better fit the intended purpose. The data collected was used to adjust the model, provide the input data, and provide comparative values for the results.

The expectation was that a model would show the effect of different emission reduction measures on the amount of the pollutant emitted and the environmental cost indicator (ECI) connected to the emissions. This proved only to be partly true, as the NOx and PM emissions were significantly reduced by both considered measures, but the ECI of the emissions was largely unaffected. This connects to the measures lacking influence on the CO2 emissions, which contribute to 99% of the ECI. The model further shows that each pollutant requires a different strategy to reduce the pollutant emissions and that the effectiveness of each strategy depends on the intent and initial emissions of the vehicle.

Further findings showed that the idling rate was more influential on the emissions than expected. The results indicate a correlation between high idling rates and lower emissions. Another finding was a confirmation of the large uncertainty and lack of measurements when connecting the parameters to emission values, which was already expected from the literature review. The research highlights the need for company internal emission measurements and the necessity to add further parameters to the model.

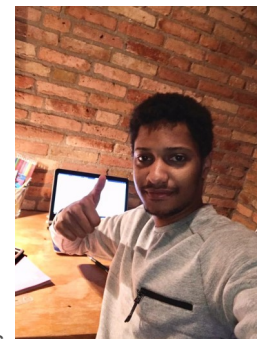
I would thank my supervisors at the UT, Dr. Seirgei Miller and Afshin Jamshidi for their help and guidance during the thesis process. I would further like to thank Dura Vermeer for offering me to work with them and especially to Dr. Stephen Mookhoek and Marleen Verstegen for their support and initiative to make the project as insightful as possible.

Rebecca Bock



## Shaffie Juma addresses the problem of overfitting in the prediction of the cooling rate of asphalt mixes within the ASPARiCool tool's MLP algorithm

**External supervisor — Marco Oosterveld (BAM Infra)**  
**UT Supervisors — Denis Makarov & Seirgei Miller**



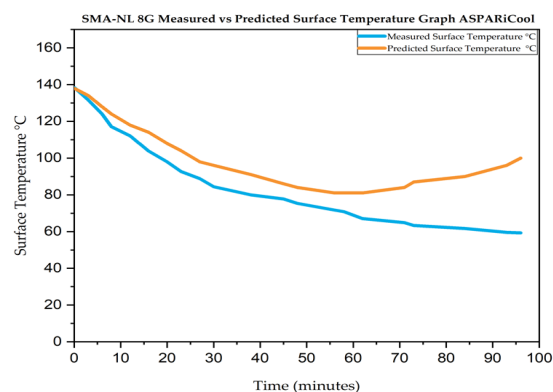
As part of the requirements to complete my bachelor thesis in civil engineering, I conducted a bachelor thesis assignment with ASPARi to investigate the asphalt cooling rate prediction problems caused by an asphalt cooling rate prediction tool known as ASPARiCool tool.

The ASPARiCool tool is an asphalt mix cooling rate prediction tool developed by ASPARi that uses machine learning. The role of the ASPARiCool tool is to guide the compactor operators on the suitable time window required to compact the asphalt mix to ensure the highest quality. At the moment, the ASPARiCool tool is still in its development phase, and one of the main problems is that the tool is not making good predictions of the cooling rates of asphalt mixes. The prediction problem in the tool has been identified as an overfitting problem, which is the most common problem that is faced by many machine learning prediction tools.

The ASPARiCool tool uses a Machine Learning algorithm known as Multilayer Perceptron Algorithm (MLP) to determine a relationship between asphalt cooling features and the temperatures of asphalt mixes. The asphalt mix cooling features comprise of time, type of asphalt mix, ambient temperature, type of underlayer, the temperature of the underlayer, wind speed and amount of rain-fall. These features are significant in making accurate predictions of the cooling rates of asphalt mixes.

In my assignment, I investigated the effect of the asphalt cooling features in the asphalt cooling rate predictions. The investigation involved the development of a new prediction model in Python that uses a similar algorithm and parameter values as the ASPARiCool tool. Next, I conducted an analysis in the new prediction model to identify the effect of the asphalt cooling features in the overfitting problem of the MLP algorithm.

The results of the analysis showed that the asphalt cooling features



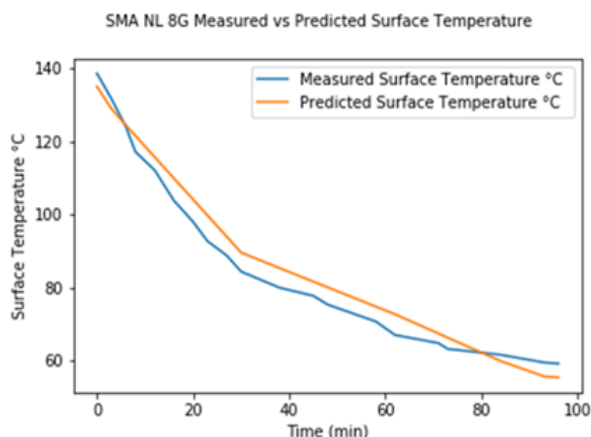
ASPARiCool (poor performance)

which are

time, type of asphalt mix, ambient temperature, solar radiation and windspeed did not overfit the model and resulted in better predictions of the cooling rates of asphalt mixes. In addition, my study concluded that the overfitting problem was caused by the complexity of the MLP algorithm parameters used. In my study, I identified that the MLP algorithm parameters, which are the number of neurons, type of activation function and the type of solver used, will significantly affect the prediction performance of the tool, especially with the current amount of asphalt cooling mix training data that was used.

Over the course of my assignment, I have become familiar with the new topic of machine learning and its future importance in the construction industry, especially in the road paving industry. In order for the asphalt cooling rate predictions to be successful, more asphalt cooling data is required to be collected. One way is to establish a

database whereby companies can upload their measurements data. I hope that the results of my thesis will help contribute to the ASPARi research team in the development the ASPARiCool tool. I would like to thank dr. Seirgei Miller for introducing me to the world of research and providing me with a chance to conduct my thesis at ASPARi. Secondly, I would like to thank ir. Marco Oosterveld from BAM for providing me with the essential data needed to complete my assignment. Thirdly, I would like to thank my supervisor Denis Makarov for putting a lot of his time and effort in helping me to understand and solve the aspects of this study that I found challenging.



Python model (improved performance)

## Een update—Ontwikkeling HBO lesmaterialen

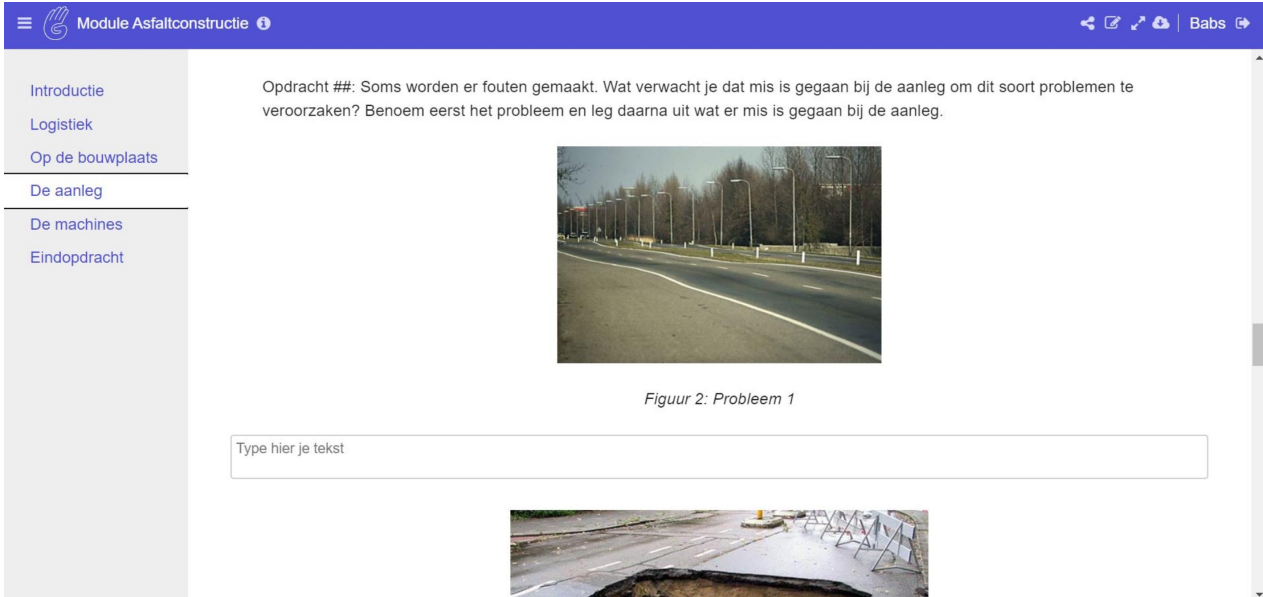
### Babs Ernst

Nu het weer kouder wordt en de herfst zijn intrede doet, zou ik jullie graag weer op de hoogte willen brengen van de voortgang van het project omtrent nieuwe lesmaterialen voor het hbo. In maart zijn we in een lockdown gegaan en de gevolgen hiervan waren voor iedereen merkbaar. Zo ook voor mijn project. Waar ikzelf spontaan erg handig ben geworden in het opzetten van online meetings en mijn katten effectief mijn zeer disruptieve collega's geworden zijn, heeft dit ook tot gevolg gehad dat het project niet zo voortvarend verloopt als de bedoeling was. Als onderwijskundige zet ik de kennis van het ASPARi-netwerk om in lesmaterialen en dat betekent dat er input nodig is vanuit het werkveld. Helaas heeft COVID-19 ervoor gezorgd dat iedereen op zijn of haar eigen manier druk is, wat input vertraagd of in sommige gevallen zelfs stopgezet heeft. Vandaar ook dat ik jullie als ASPARi-leden wil vragen om nog een keer goed te kijken wie binnen jullie bedrijven er tijd heeft om op de korte termijn nog kennis te leveren zodat we voor 1 februari nog een mooi, volledig lespakket neer kunnen zetten. Op dit moment is de grootste noodzaak aan kennis over assetmanagement op alle fronten en asfaltmengsels.

Maar er zijn ook goede berichten te geven. Er zijn een aantal ASPARi-leden die kans hebben gezien om in deze drukke tijden al wel wat aan te leveren. Dit houdt in dat we de eerste onderwijsmodule in november gaan testen op Avans Hogescholen en Hogeschool Arnhem en Nijmegen. Deze module over constructie gaat over het aanlegproces van een weg van kop tot staart en legt de symbolische weg voor de andere onderwijsmodules om gecreëerd te worden. Indien u interesse heeft om deze module te bekijken en te voorzien van feedback, neem dan vooral contact op. Dit kan de lesmaterialen immers alleen maar uitgebreider maken en voorkomt tunnelvisie.

Terwijl deze module afgerond en getest wordt, is de ontwikkeling al bezig voor de module meten aan de weg en werken met data. Deze module zal het gehele ASPARi-proces omvatten en zo de studenten meenemen in de datarijke wereld van de wegebouw. Ook de module kwaliteitsborging kan binnenkort doorontwikkeld worden. Hierdoor begint er toch al een mooie poule aan onderwijsmaterialen te ontstaan. Laten we die met z'n allen verder uitbreiden en een mooi lespakket neerzetten voor het hbo waar de wegebouw op alle fronten profijt van heeft.

Indien u interesse heeft om te ondersteunen in dit project in welke vorm dan ook, voel dan vrij om te mailen naar [b.t.m.ernst@utwente.nl](mailto:b.t.m.ernst@utwente.nl) of te bellen naar 06-53906450.



The screenshot shows a web-based learning module interface. At the top, there is a blue header with the title 'Module Asfaltconstructie' and a user profile 'Babs'. On the left, a vertical navigation menu lists several topics: 'Introductie', 'Logistiek', 'Op de bouwplaats', 'De aanleg', 'De machines', and 'Eindopdracht'. The main content area displays a text-based assignment: 'Opdracht ##: Soms worden er fouten gemaakt. Wat verwacht je dat mis is gegaan bij de aanleg om dit soort problemen te veroorzaken? Benoem eerst het probleem en leg daarna uit wat er mis is gegaan bij de aanleg.' Below the text is a photograph of a road construction site with a large pothole, labeled 'Figuur 2: Probleem 1'. Underneath the photo is a text input field with the placeholder 'Type hier je tekst'. At the bottom of the main content area, there is another photograph showing a close-up of a road surface with a large pothole and construction barriers.

Screenplot van typische module voor HBO studenten

## ***PQi metingen uitgevoerd te Laan van Erica, Apeldoorn met BAM Infra***

***Denis Makarov & Afshin Jamshidi***

Te midden van de COVID-19-pandemie en de moeilijkheden die het heeft veroorzaakt, hebben velen van de bouwsector te kampen gehad met het sluiten van verschillende locaties in veel landen (McKinsey, 2020). Met veel problemen en proberen aan te passen aan een nieuw normaal, is het asfaltbouwseizoen in Nederland wel weer van start gegaan na de bouwvak. Gedurende en voor de bouwvak zijn ASPARi-onderzoekers betrokken geweest bij bouw- en onderhoudsprojecten in het hele land. De recente PQi-metingen met BAM Infra die plaatsvonden op 25 september en 4 oktober te Apeldoorn bevestigen dit.

Implementatie van nieuwe technologieën in de wegenbouw en het gebruik van verschillende sensorische oplossingen hebben gevolgen voor verwerking en verdichtingsprocedures. Vandaar dat veel van de opdrachtgevers (inclusief gemeenten) zich hiervan meer bewust worden. Gemeente Apeldoorn neemt in de persoon van Robert Rouwenhorst meer initiatieven om gegevens over asfaltconstructies te verzamelen, analyseren en er voordeel uit te halen. Tijdens de volledige reconstructie van de fundering, bind en deklagen van de Laan van Erica weg werden het real-time ondersteuningssysteem RoadScan, HCQ en ASPARi (Universiteit Twente) gebruikt voor de real-time en post-constructieanalyse van het asfaltmengsel en gekozen strategieën voor het spreidproces en walsen op wegen. Overall langs de weg zijn verschillende locaties gekozen voor het meten van asfaltkoeling en dichtheidsprogressie. De PQi-meter, Troxler en 3D-statieven met thermokoppeldraden werden gebruikt om de real-time temperatuur van de asfalt lagen en de bereikte dichtheid te verzamelen. De gemeten locaties zijn gemarkeerd om de locaties van de thermokoppels terug te vinden. De thermokoppels zijn beschermd en in de lagen achtergelaten, zodat ze toegankelijk zijn voor verdere metingen van de condities van de lagen tijdens vaak veranderende weersomstandigheden.

De voorlopig uitgevoerde data-analyse heeft inzichten opgeleverd over de temperatuur homogeniteit van het asfaltmengsel en het verdichtingsgedrag van de wals machinisten. Maar toch is verdere monitoring en koppeling van de staat en kwaliteit van de aangelegde weg nodig. Dit project was dus een goed “hands-on” begin voor de nieuwe ASPARi-onderzoeker Qinshuo Shen, wiens PDEng-project over “Coupling PQi process quality indicators with pavement quality indicators” net is begonnen.

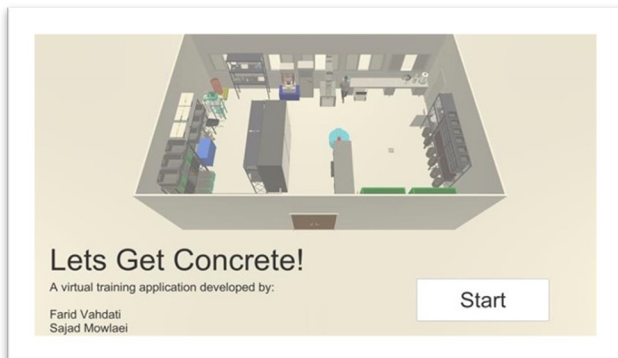
In de nabije toekomst kan de wegenbouw worden geherdefinieerd en opnieuw ontworpen vanwege een nieuw normaal van het post COVID-19-tijdperk en de voortdurende technologische vooruitgang die plaatsvindt in de bestratingsactiviteiten. We zullen klaar en voorbereid zijn.



## Using VR simulation in the laboratory to enhance student learning

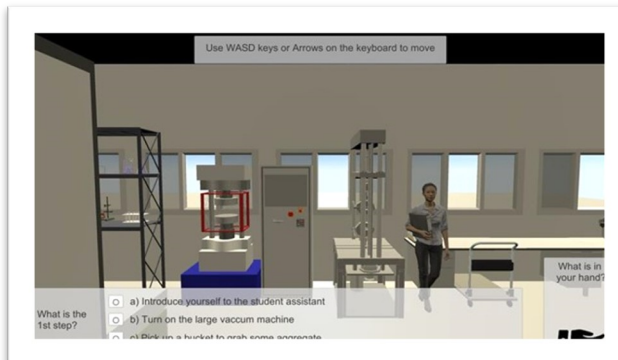
Farid Vahdatikhaki & Sajad Mowlaei

Over the past year, COVID-19 has swept the globe vehemently and left a scar that may take years, if not decades, to heal. However, as dispiriting as it may sound, this was not the first pandemic in the history of mankind and will definitely not be the last. What is important for us as a society is to find a silver lining amid all the detriments of this experience. If we zoom out a bit, COVID-19 has helped to vividly expose some of our weaknesses and susceptibilities as a society. If reflected on with care, lessons learnt from this experience will help us grow more resilient and adaptable. Like for many other sectors, there have been a few valuable lessons for the research and education community. Perhaps the most significant one is that while we have been promoting and implementing interactive and engaged learning for years, it seems, we have, naively, taken the luxury of physical proximity and access so wrongly for granted. The transition to online education, which becomes an inextricable part of coping with the pandemic, has unmasked our incapability to maintain the same standard for engaged learning in the virtual world. In the wake of this, while we manage to scrape through and keep the ball rolling, we can clearly see the streak of diminishing satisfaction with education quality both among teachers and students. This is because we built much of our education philosophy around the concept of physical access and proximity, which we will lose in situations like now.



Among different types of education, practical classes, where students need to learn by doing, took the hardest blow. With limited to no access to labs, it is difficult to help students see the application of theories in practice. At the Civil Engineering department of the University of Twente, we experienced this first hand. In our program, practical classes are an indispensable part of the curriculum. For instance, in Module 1, we teach Construction Materials and we expect students to go to the lab and make their own concrete cube and test their physical and mechanical properties. We normally prepare the students for the lab work through a detailed guideline and having a student assistant who coaches them throughout the session. However, with the partial lockdown situation, although we are still able to offer limited practical sessions, our access to the lab became very limited and it became of paramount importance to keep the time students spend in the lab to a minimum. Additionally, it became important to sensitize students to all new health and safety regulations in a very clear way. This is where our conventional approach of letting students learn by their mistakes in the lab failed. We had to devise a new strategy to make sure when students come to the lab they are up to the task 105%.

Intending to help students get better prepared for the civil engineering practical classes, members of the ASPARi-team decided to capitalize on their Virtual Reality (VR) know-how and develop a training tool that can be used (1) get students ready for what they need to do in the lab, and (2) sensitize them to new health and safety regulations. To this end, first, a detailed and high-fidelity 3D model of the actual concrete lab was built in a 3D-modelling software. This was then imported to a game engine, where the scenario for the lab work was built. Our concept was to develop a game-like scenario where students need to identify the right sequence of tasks in the virtual lab. In each step of the game, students need to first identify the right task from several alternatives, presented in the form of a multiple-choice question, and then navigate to the location where the task takes place. Navigational cue, i.e., an arrow, is used to guide students in this process. Once in the right location, additional information will be provided to the students as to how they need to accomplish that task. At the end of the training, and after identifying all the tasks, students will get a score based on the number of correct answers they provided. If the score is below 80%, they need to repeat the training. When they successfully complete the training, their score will be automatically sent to an online server, where teachers and student assistants can easily check if the student already passed the training. All students in a group need to have completed the training successfully before they are allowed in the lab. We were able to develop this training tool and implement it in a pilot project for Module 1 of civil engineering, as shown in the figures. To assess the extent to which this VR training tool is effective, we split project groups into control and experiment groups. Control groups, 9 groups, followed the conventional guideline-based training and experiment groups, also 9 groups, received VR-based training. Then, the performance of each group in the lab was assessed by an observer who was not informed about the type of training the group received. The most significant observation was that the time students spent in the lab decreased by 11%, i.e., approximately 20 minutes, when they did the VR training. Also, based on the assessment of the observer, groups who followed the VR-training needed less intervention by the student assistants, asked fewer questions, were able to navigate in the lab easier, knew the procedure better, and appeared to be more sensitive to health/safety and house-keeping rules.



In summary, while it is still not able to replace the actual practical sessions, the VR training tool showed great potential to improve students' experience in the lab and make the time spent in the lab more efficient. The post-experiment survey indicated that students felt very satisfied with the experience and wish to see the same training tool for other practical sessions. This indicates possibility to extend this VR training tool for other practical sessions within the area of Civil Engineering and beyond. For instance, similar training tools can be developed for asphalt operations and material testing in the lab. We consider this as a major step in making our education more resilient and future-proof.



## ASPARi in Chile

### Mauricio Pradena

Greetings once again from Chile. This time, I will share some of the work we undertook here in close collaboration with the Chilean Highway Agency.

Thus far, we have finished five ASPARi bachelor theses at the Universidad de Concepción. Some months ago, we finished a second bachelor thesis in Geomatic Engineering and soon we should finish the third Civil Engineering thesis. The photo on the right shows an asphalt crew answering a questionnaire applied in the framework of the second BSc thesis of Civil Engineering. The picture below corresponds to a special feedback session held “in time of Covid-19”, i.e. having feedback discussion while taking the necessary safety precautions. How times have changed. Quite exceptionally, the location was a garage of the Chilean Highway Agency that enabled sufficient separation between the participants. Furthermore, they are wearing masks and alcohol gel was available as a disinfectant. This feedback session was the last one for our fifth bachelor project.



Asphalt crew answering a questionnaire in 2019



Special feedback session “in time of Covid-19” taking the required safety precautions

At the beginning of this year, I was in the latest research stay in the Netherlands and working with Seirgei at the University of Twente. There, I was able to finish the Postdoc project. As part of it, we submitted a second co-authored scientific article. Moreover, we took advantage of the research visit to discuss our proposed first ASPARi Master (MSc) Civil Engineering thesis in Chile which, is currently in the start-up phase. We are also starting to write our third journal paper.

The completed BSc theses and the scientific articles written clearly show progress in achieving the objective of making technical improvements to the construction of asphalt pavements in Chile. Furthermore, they also show the higher knowledge levels reached by the asphalt crew due to the experiential learning developed in collaboration with the research team.

We are excited with the progress so far, and expectant about the future work with the multidisciplinary research team we have been able to establish in Chile. This team includes researchers from three departments of the Universidad de Concepción: Civil Engineering; Geodetic and Geomatic Sciences; and Computer Sciences.

Well dear ASPARi contractors and friends, I leave you my best regards, expecting new opportunities to share our work with you in the future.

## **A MACHINE-LEARNING-BASED APPROACH FOR THE DESIGN OPTIMIZATION OF WIND TURBINE FOUNDATIONS**

***Qinshuo Shen***

(Editors note—new PDEng candidate Qinshuo just started his project. While his master project was not on an asphalt process control topic, we thought we'd share his work since some of our readers might find his AI approach interesting).



The awareness about increasing anthropogenic climate change has created a strong momentum in many countries to devise and adopt energy transition strategies to shift from fossil fuels to renewable energy. A typical case among these resources is wind energy, which is widely accepted as the fastest growing renewable energy source because of its availability, greenness, and cost-efficiency. By capturing the kinetic energy from wind, wind turbines play an integral role in harnessing wind energy. In order to continuously grow the share of wind energy in the new energy market, it is critical to keep expanding the wind turbine grid, which reflects a strong need to pay more attention to the design of wind turbine structures to shorten the construction process, yet without compromising the structural performance.

The design process of onshore wind turbine structures, particularly the foundation design, can be complex and intricate, due to the unsteady aerodynamic effects, which cause extensive non-linearities in the design process. In order to obtain the optimal design of the wind turbine foundation, a sheer number of pertinent parameters and variables need to be considered, significantly rendering the optimization of the wind turbine foundation design a demanding task.

Currently, the static analysis is still commonly adopted to use the non-linear analysis to solve this optimization problem under static load cases. Considering the difficulties of solving non-linear problems, approximation and reduction will be made to simplify the problems using computerized numerical methods such as finite element analysis (FEA). However, this method still requires many iterations, analysis, and fine-tuning until the best option is generated, while the analysis method such as FEA cannot provide desirable performance regarding the computational time to run a considerable number of analyses. In order to reduce the time consumed, it is necessary to advance the approximation techniques, improve reanalysis methods, and enhance the efficiency of gradients evaluation, which invokes the employment of the simulation-based design optimization methods.

Among all the simulation-based design optimization methods, the meta-modelling-based techniques show the potential to solve the aforementioned problem by developing cheaper-to-run surrogates to fully or partly replace the original simulation model process using mathematical functions. Besides, due to the expeditious expansion of the wind turbine network, a wealth of data has been generated from the designs of the wind turbine foundations, providing a rich database that can be potentially used for the data-driven meta-modelling techniques. By correlating initial inputs to corresponding outputs and mathematically approximate the complex simulation model, the developed meta-model is expected to function as the substitution of the original simulation model. On this premise, this study focuses on developing the meta-model to replace the FEA adopted in the optimization process of wind turbine foundations in order to reduce the overall design time without compromising the accuracy.

Specifically, the development of the meta-model was initiated with the establishment of the dataset, by generating an array of design solutions of the wind turbine foundation, and using FEA to obtain the corresponding structural performance as outputs in this dataset. Besides, machine learning methods were utilized to develop the meta-models, while a multi-output regression problem will be applied to predict multiple targets that can reflect the structural outcome of each design solution. In the phase of developing the machine learning models that can deal with the prediction of multiple outputs, two algorithms were selected, namely Random Forest and Feedforward Neural Network, considering the predictive performance, computational speed, scalability, ease of use, and extensibility. In addition, a meta-heuristic method using the genetic algorithm was applied in this stage, to optimize the machine learning model configurations and the feature selection to obtain the most desirable predictive performance.

The main contribution of conducting the presented study is providing an opportunity to determine how and to which extent can the meta-model be used to streamline the wind turbine design process to obtain the optimal design solution, by providing surrogates to replace the FEA in the traditional static method. Overall, the proposed method can provide a significant time gain by reducing the computational time required from conducting the FEA in the static design optimization process of wind turbine foundations. Besides, by developing the machine-learning-based meta-models, it can also offer the designers a better understanding regarding the importance of each design variable and how a certain design variable influences the moment-rotation behaviour of the wind turbine foundation. Last but not least, by applying this data-driven method in the wind turbine foundation design process, it will encourage the industry to establish a standard and consistent data structure as the basis for the data mining, because this study provided new insight about how the usage of the historical data regarding the wind turbine foundation design can benefit the design optimization process.

### **SAVE THE DATES:**

- ***Wednesday 18 November 2020 - Janine Profijt PDEng defence (online)***
- ***Wednesday 2 December 2020 for the ASPARi online Symposium***