

De invloed van vocht tijdens het asfaltproductieproces

**Wat zijn de gevolgen en hoe kunnen deze gevolgen beperkt
worden bij de Asfalt Centrale Hengelo**



**Bachelor eindopdracht Civiele
Techniek aan de Universiteit Twente**

Marjolein Galesloot

Juli 2015

Asfalt Centrale Hengelo



**UNIVERSITEIT
TWENTE.**

Colofon

Titel	De invloed van vocht in het asfaltproductieproces
Subtitel	Wat zijn de gevolgen en hoe kunnen deze gevolgen beperkt worden bij de Asfalt Centrale Hengelo
Versie	Eindversie
Plaats en datum	Hengelo, 3 juli 2015
Auteur	Marjolein Galesloot
Studentnummer	s1089692
E-mailadres	m.galesloot@student.utwente.nl
Onderwijsinstelling	Universiteit Twente
Faculteit	Construerende Technische Wetenschappen
Opleiding	Bachelor Civiele Techniek
Stage bedrijf	Asfalt Centrale Hengelo
Adres	Havenstraat 1
Postcode en plaats	7553 GG Hengelo (Ov)
Begeleider stage bedrijf	Dhr. H.J.B. van der Spiegel
Begeleider Universiteit Twente	Dr. Ir. S.R. Miller

Voorwoord

Voor u ligt de eindversie van mijn rapportage “De invloed van vocht in het asfaltproductieproces”. Dit onderzoek heeft zich gericht op de gevolgen van vocht in het asfaltproductieproces en de opties om deze gevolgen te beperken of te sturen binnen de Asfalt Centrale Hengelo (ACH). Deze rapportage is geschreven ter afsluiting van mijn bachelor Civiele Techniek aan de Universiteit Twente. Ik heb het onderzoek uitgevoerd van april 2015 tot en met juli 2015.

Het onderzoek naar vocht in het asfaltproductieproces is uitgevoerd in opdracht van en bij de ACH. Binnen dit bedrijf ben ik ondersteund door mijn dagelijkse begeleider, dhr. Jeroen van der Spiegel. Hij heeft mij dagelijks geholpen met het beantwoorden van vragen en het controleren van werk en vooruitgang. De ACH is een kleinschalig bedrijf dat in eigendom is van twee moederbedrijven; Reef-Infra en Twentse Weg- en Waterbouw. Vanuit de universiteit ben ik ondersteund en gemotiveerd door dhr. Sergei Miller, die mij vol enthousiasme heeft geholpen en klaar heeft gestaan voor feedback en tips.

Om dit onderzoek tot een goed einde te laten komen, heb ik hulp gehad van vele personen. Allereerst wil ik de medewerkers van de ACH bedanken voor hun input, ideeën en hulp die ik tijdens mijn stageperiode heb gehad. Het was ook erg fijn om te merken dat ze geïnteresseerd waren naar tussentijdse resultaten en mijn vragen wilden beantwoorden op de meest onmogelijke momenten. Verder wil ik dhr. Paul Landa, dhr. Evert Scholten, dhr. Radjan Khedoe en dhr. Andre Bakker bedanken voor hun inzichten over vocht vanuit hun ervaring en kennis. Jeroen van der Spiegel en Sergei Miller wil ik bedanken voor het controleren en beoordelen van mijn onderzoek. Als laatste wil ik Kevin Bennenk, Laura Cazemier en mijn familie bedanken dat ze mij door deze stage heen hebben geholpen en mij hebben weten te motiveren op momenten dat het wat minder ging. Bedankt allemaal!

Als laatste rest mij niks anders dan u veel leesplezier toe te wensen.

Marjolein Galesloot

Hengelo, 3 juli 2015

Samenvatting

Asfalt is een mengsel dat opgebouwd is uit aggregaat (steenslag en zand), bitumen en vulstof en hier kunnen nog additieven en gerecycled asfalt (PR) aan toegevoegd worden. Bij de Asfalt Centrale Hengelo (ACH) liggen alle bouwstoffen in de open lucht. Doordat de bouwstoffen vocht bevatten vanuit o.a. de bron komt dit vocht in de installatie. Dit zorgt voor hogere stookkosten en een moeilijker te controleren productieproces. Het doel van dit onderzoek is daarom om de invloed van vocht in het asfaltproductieproces te onderzoeken om inzicht te krijgen in de gevolgen van vocht en de mogelijkheden om deze gevolgen te sturen of te reduceren.

Om deze doelstelling te bereiken is er gebruik gemaakt van literatuuronderzoek, het afnemen van interviews en laboratoriummetingen. Tijdens het literatuuronderzoek is gebleken dat er weinig informatie beschikbaar was. Om toch een representatief beeld te krijgen zijn er interviews afgenomen binnen de ACH en bij externe bedrijven. Als laatste zijn er metingen gedaan om de effecten van vocht in kaart te brengen en is er gebruik gemaakt van metingen uit 2012.

Uit de interviews is gebleken dat een vochtpercentage tussen de 3,0 - 4,5% acceptabel is in de installatie. Uit de metingen van 2012 bij binnenkomst van het materiaal blijkt dat naarmate de diameter van het materiaal toeneemt, het vochtpercentage afneemt. Dit houdt in dat de zandfracties veel vocht bevatten (2,6 - 4,5% gemiddeld) en dat de steenslagen een laag vochtpercentage (0,5 - 3,7% gemiddeld) hebben. Het meeste vocht bevindt zich bij in PR (5,3% gemiddeld). Op basis van deze vochtpercentages is berekend wat het ACH heeft gekost in 2014 om het water uit de grondstoffen te stoken. De stookkosten om het water uit het materiaal te halen, komen neer op €76.000,-. Dit is berekend op basis van de twintig meest geproduceerde mengsels.

Om de weersinvloeden inzichtelijk te krijgen, zijn er metingen gedaan volgens de NEN-EN 12697-27. Door het goede weer in de meetweken is te zien dat het vochtpercentage en het gasverbruik gedaald zijn ten opzichte van de weken ervoor en het gebudgetteerde verbruik van 9,5 m³/ton. Bij de metingen van 2012 is gekeken naar het seizoen patroon en daaruit blijkt dat het weer geen invloed heeft op PR, maar wel degelijk op het primaire materiaal (witte materiaal).

Dit onderzoek heeft bevestigd dat vocht een nadelig effect heeft op het asfaltproductieproces. Het zorgt voor een moeilijker te controleren proces en hogere kosten. Daarnaast zorgt vocht voor een kortere levensduur van het asfalt. Om de effecten van vocht te verminderen wordt er aanbevolen om een PR overkapping te bouwen en vochtmeters te plaatsen. De vochtmeters zorgen voor een beter beheersbaar proces en de overkapping voor minder vocht in PR. Voor verder onderzoek kan er gericht gekeken worden naar de winning van PR, de afwatering op het terrein en het terug winnen van energie.

Inhoudsopgave

Colofon	2
Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
Inhoudsopgave	5
1. Inleiding	7
1.1. Aanleiding	7
1.2. Probleemstelling.....	7
1.3. Doelstelling onderzoek	7
1.4. Vraagstelling	8
1.5. Onderzoeksmethode	9
1.6. Leeswijzer	9
2. Het asfaltproductieproces.....	10
2.1. De grondstoffen.....	10
2.2. De installatie	12
2.3. De geproduceerde typen asfalt	13
2.4. Proces versturende omstandigheden en factoren.....	14
2.5. Technische randvoorwaarden installatie Asfalt Centrale Hengelo	16
3. Vocht en vochtintrede.....	17
3.1. Vanuit de medewerkers van de ACH - vocht en vochtintrede	17
3.2. Vanuit de externe asfaltexperts - vocht en vochtintrede	18
3.3. Vochtpercentage	19
3.4. De bronnen van de grondstoffen en vochtintrede	21
4. Vochtmetingen.....	23
4.1. Vanuit de medewerkers van de ACH – vochtmetingen	23
4.2. Vanuit de externe asfaltexperts - vochtmetingen.....	24
4.3. Meetmethode.....	25
4.4. Meetlocatie.....	26
4.5. Metingen	29
5. Effecten van vocht.....	36
5.1. Vanuit de medewerkers van de ACH - effecten van vocht.....	36

5.2.	Vanuit de externe asfaltexperts - effecten van vocht	36
5.3.	Vocht versus bitumen.....	38
5.4.	Effect van vocht op het droogproces	39
6.	Vochtreductie.....	43
6.1.	Vanuit de medewerkers van de ACH - vochtreductie	43
6.2.	Vanuit de externe asfaltexperts - vochtreductie.....	43
6.3.	Opties en effecten	43
7.	Conclusie	46
8.	Aanbevelingen.....	49
8.1.	Aanbevelingen algemeen	49
8.2.	Aanbevelingen medewerkers ACH	50
9.	Bibliografie	51
	Bijlage A: Omschrijving externe organisatie	53
	Bijlage B: Methode weergave per vraag	54
	Bijlage C: Asfaltmengsels conform de Europese Normen en CE-markering.....	55
	Bijlage D: Recepturen mengsels top 20	56
	Bijlage E: Interviews medewerkers Asfalt Centrale Hengelo	57
	Bijlage F: Interviews externe asfaltexperts	69
	Bijlage G: Metingen	74

1. Inleiding

In dit hoofdstuk zal de aanleiding van dit onderzoek besproken worden alvorens de probleem- en doelstelling nader toegelicht worden. Om een duidelijk beeld te krijgen van het onderzoek zullen de vraagstelling en de onderzoeksmethode besproken worden in paragraaf 1.4 en 1.5. In de laatste paragraaf is een leeswijzer voor het verslag te vinden.

1.1. Aanleiding

Binnen de ACH (bijlage A) zijn er in de afgelopen jaren al vele verbeteringen en uitbreidingen gedaan met betrekking tot de soorten asfalt en het asfaltproductieproces. Toch zijn er verschillende aspecten die nog meer onderzoek behoeven. Arbeider (2014) is begonnen met een onderzoek naar een kostenreductie aan de hand van het gasverbruik bij de ACH. Uit dit onderzoek zijn verschillende aanbevelingen en conclusies naar voren gekomen en één van de onderwerpen waar nog zowel financiële als kwalitatieve winst op gemaakt kon worden, was de beheersing van vocht in het asfaltproductieproces. In het mengproces wordt er weinig rekening gehouden met vocht. De brander wordt hoger gezet op het moment dat de grondstoffen meer vocht bevatten, om op deze manier het vocht te verdampen. Vocht kan zowel een nadelig als een voordelig effect hebben op het mengproces. Het nadelige gevolg is dat het bitumen verdringt op de plaatsen waar water zit. Een voordelig effect is dat het kan leiden tot een viscositeit verlagend mengeffect, waardoor er minder warmte nodig is om het asfalt te mengen (Spiegel, 2015).

1.2. Probleemstelling

Binnen de ACH is het bekend dat vocht verstorend werkt op het asfaltproductieproces en dit gebeurt dan ook regelmatig. Er is geen duidelijk beeld waar het vocht in het materiaal vandaan komt, wat het effect van vocht is op het asfaltproductieproces en hoe groot dit effect is. In het huidige asfaltproductieproces kan er dan ook weinig tot niet gestuurd worden op de parameter vocht. Het probleem waar in dit onderzoek dan ook op gericht gaat worden is hoe de nadelige effecten van vocht in het asfaltproductieproces verminderd of gestuurd kunnen worden. In dit projectkader wordt er voornamelijk gekeken naar de gevolgen van vocht op de asfaltcentrale en mindere mate naar de verwerking.

1.3. Doelstelling onderzoek

Zoals uit de aanleiding en probleemstelling naar voren komt is vocht nog niet onderzocht op de ACH, maar heeft het wel degelijk een grote invloed op de hoeveelheid gas die verbruikt wordt per ton asfalt dat gemaakt wordt. Arbeider (2014) heeft de parameter vocht kunnen benoemen, maar niet kunnen onderzoeken. De doelstelling van dit onderzoek zal dan ook zijn om de ACH te adviseren over de invloeden van vocht binnen het asfaltproductie proces en hoe deze invloeden te sturen of te beperken zijn.

1.4. Vraagstelling

Om de doelstelling van dit onderzoek te bereiken is er één hoofdvraag en zijn er meerdere deelvragen opgesteld. De hoofdvraag is als volgt:

“Wat is de invloed van vocht in het asfaltproductieproces en hoe kan deze invloed van vocht gestuurd of beperkt worden?”

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. **Hoe zit het asfaltproductieproces in elkaar?**

- 1.1. Welke grondstoffen worden er gebruikt en hoe wordt deze opgeslagen?
- 1.2. Welke installatie wordt er gebruikt?
- 1.3. Welke typen asfalt worden er gemaakt?
- 1.4. Wat zijn proces verstorende factoren/omstandigheden?

2. **Wat is er bekend over vocht(reductie)?**

- 2.1. Welke vormen van vocht zijn er?
- 2.2. Wat is een acceptabel/werkbaar vochtpercentage?
- 2.3. Wat zijn de technische beperkingen van de installatie met betrekking tot vochtbeheersing?
- 2.4. Wat zijn de verwachtingen met betrekking tot het vochtpercentage en vochtreductie in de grondstoffen vanuit de leveranciers en het bedrijf?

3. **Waar vindt vochtintrede plaats?**

- 3.1. Welke grondstoffen worden er gebruikt en wat zijn de bronnen?
- 3.2. Wanneer in het asfaltproductieproces is er sprake van vochtintrede?
- 3.3. Wat is de invloed van PR op de totale vochtintrede in het proces?

4. **Hoe wordt vocht gemeten?**

- 4.1. Welke meetmethoden zijn er en welke worden gehanteerd?
- 4.2. Waar/op welke plaats in het asfaltproductieproces wordt vocht gemeten?
- 4.3. Bij welke grondstoffen is het meten van vocht van belang?
- 4.4. Hoe vaak wordt vocht gemeten?

5. **Wat is het effect van vocht in het asfaltproductieproces?**

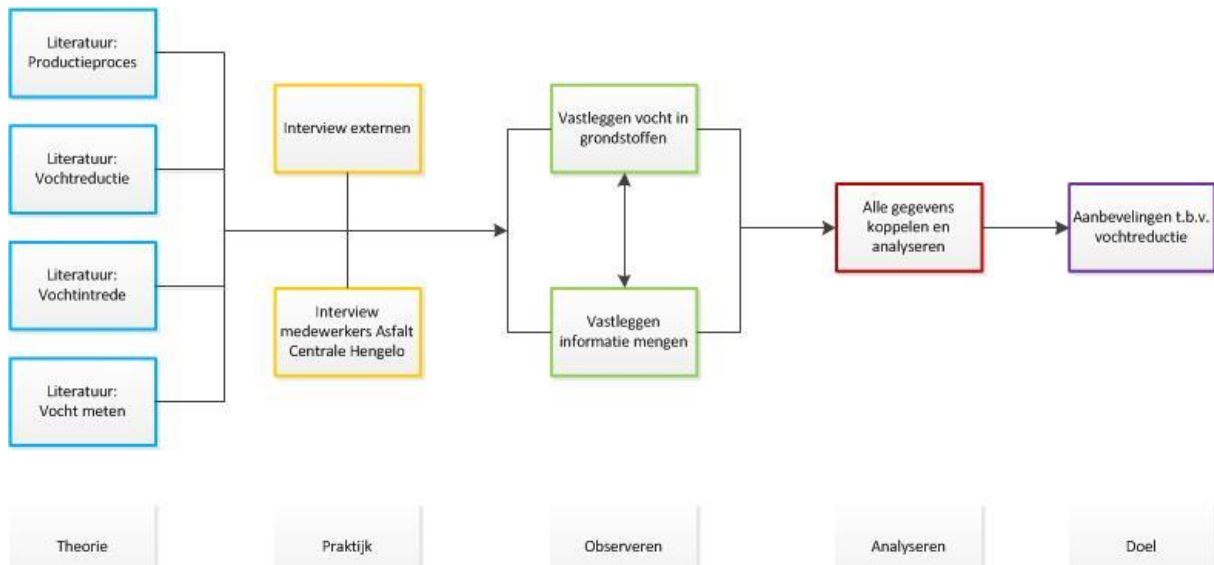
- 5.1. Wat is het effect van vocht op de werking van bitumen?
- 5.2. Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van het asfalt?
- 5.3. Wat is het effect van vocht tijdens het drogen van mineralen en PR?
- 5.4. Hoeveel vocht zit er in het asfaltproductieproces?

6. **Hoe kan vocht(intrede) gereduceerd of gestuurd worden?**

- 6.1. Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen?
- 6.2. Wat zijn de te verwachten effecten van de opties uit 6.1?
- 6.3. In hoeverre kan men eisen stellen met betrekking tot het vochtpercentage en vochtreductie in de grondstoffen vanuit de leveranciers en het bedrijf?

1.5. Onderzoeksmethode

In Figuur 1 is het onderzoeksmodel te zien die gebruikt is in het onderzoek naar vocht. In bijlage B staat een overzicht van de gebruikte methoden per vraag zoals deze zijn gesteld in paragraaf 1.4.



Figuur 1: Onderzoeksmodel

Kort gezegd is het per vraag zo aangepakt. Deelvraag 1 is aan de hand van literatuuronderzoek en beschikbare informatie vanuit de ACH ingevuld. Voor deelvraag 2 en 3 is er gekozen voor een combinatie van praktijk en theorie om zo een beeld te vormen van de verschillen en overeenkomsten in de praktijk en de theorie. Bij deelvraag 4 en 5 is het van belang om zowel de praktisch en theoretische kant te testen en zelf te onderzoeken wat de beste weergave geeft qua vochtmetingen. Hier zullen dus drie methoden gecombineerd worden. Om tot een advies te komen, is er onder andere gekeken naar oplossingen om vocht te verminderen. Middels interviews is er gepeild wat de ideeën uit de praktijk zijn en middels een literatuurstudie welke effecten en eisen er opgesteld kunnen.

1.6. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zal ingegaan worden op het asfaltproductieproces en de bronnen van de grondstoffen om in hoofdstuk 3 verder te gaan over vocht en vochtintrede. In hoofdstuk 4 worden de metingen uit 2012 en 2015 bekeken en vergeleken om een beeld te krijgen wat het effect van vocht is in het asfaltproductieproces en in hoofdstuk 5 zal het effect van vocht op het drogen en op bitumen nader besproken worden. In hoofdstuk zes worden de reductieopties besproken gevolgd door de conclusie en aanbevelingen.

2. Het asfaltproductieproces

In dit hoofdstuk zal nader worden ingegaan op het asfaltproductieproces. Allereerst wordt kort beschreven welke grondstoffen er gebruikt worden in asfaltspecie en erna wordt toegelicht hoe een menginstallatie in elkaar zit en welke processtappen ondergaan worden. In paragraaf 2.3. wordt ingegaan op de geproduceerde typen asfalt. In paragraaf 2.4. wordt gekeken naar proces versturende omstandigheden en factoren.

2.1. De grondstoffen

In deze paragraaf zal er worden ingegaan op de grondstoffen van asfalt. Asfalt bestaat in de basis uit aggregaat, bitumen en vulstoffen, maar deze kan aangevuld worden met gerecycled asfalt en additieven.

2.1.1. Aggregaten

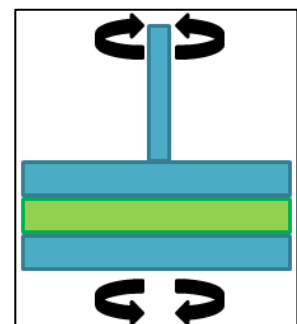
Aggregaat is in de volksmond steen en kan op verschillende plaatsen gedolven worden. In de wegenbouw is aggregaat als volgt verdeeld:

Steen	> 2 mm
Zand	63 μ m - 2 mm
Vulstof	< 63 μ m

Bij het verwerken van aggregaat in asfalt wordt er gelet op de maat van het aggregaat. Zo kan een mengsel bestaan uit 0/16. Dit betekent dat er van de grootte van 0 – 16 mm aan aggregaat in zit. Het zegt echter niets over de hoeveelheden die er in verwerkt zijn (Asfalt Kennis Centrum (AKC), 2010).

Stenen worden geproduceerd in korrelgroepen. Deze korrelgroepen zijn commercieel bepaald, met waarden 2/6, 4/8 en 8/11 en kunnen gecombineerd weer andere groepen vormen. Per korrelgroep en steensoort zijn de aggregaten opgeslagen bij de asfaltcentrale. De aggregaten zijn volgens de NEN-EN 13043 goedgekeurd. In de mengsels van de ACH worden aggregaten uit heel Europa gebruikt. De meeste aggregaten komen echter uit Nederland, België en Duitsland uit steengroeves, zandgroeves of rivieren (KOAC NPC, 2007).

Vulstof is het aggregaat dat kleiner is dan 63 μ m en heeft verschillende functies in het mengsel. Vulstof wordt gebruikt om het asfaltskelet op te vullen, de viscositeit van het mengsel te verhogen en om bitumen beter te laten hechten aan het aggregaat (KOAC NPC, 2007). De vulstof vult de holle ruimtes op die steen en zand hebben achtergelaten. Dat zorgt voor een verhoogde dichtheid en een sterker mengsel. De tweede functie is om bitumen een hogere viscositeit te geven als het vervoerd en verwerkt wordt. Men wil niet dat het mengsel ontmengd in de vrachtauto's onderweg. Een derde effect dat vulstoffen hebben in reactie met bitumen is dat het een verstijvende werking kan hebben op het mengsel. Deze werking is afhankelijk van de combinatie van vulstof met bitumen. De invloed (schuifsterkte) van vulstof kan getest worden door middel van het bepalen van de glijdingsmodulus en fasehoek

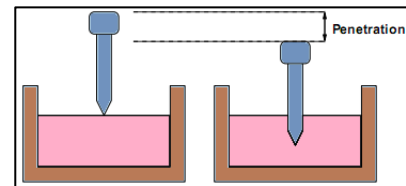


Figuur 2: Opstelling voor het bepalen van fasehoek δ en glijdingsmodulus G (Pavement Interactive, 2011)

δ(Figuur 2). Er zijn in wezen twee soorten vulstoffen; eigen vulstof en fabrieksmatige vulstof. Eigen vulstof is vulstof dat niet in het mengsel gebruikt wordt, dat wordt afgestort in een silo en later in het gewenste mengsel toegevoegd kan worden. Deze eigen vulstof komt in de silo terecht na het uitzeven van de warme mineralen (ACH, 2015). Fabrieksmatige vulstof is vulstof met een extra eigenschap zodat het mengsel bijvoorbeeld beter tegen stripping bestand is. Stripping is het proces waarbij bitumen loslaten van de stenen. Het gaat dan om een middelsoort vulstof met hydroxide die gebruikt wordt voor zeer open asfalt beton (ZOAB). Zo kan een vulstof bijvoorbeeld met specifieke 'bitumenbindende' eigenschappen gekocht worden.

2.1.2. Bitumen

Bitumen is een grondstof dat zijn oorsprong vindt in de aardolie en heeft als doel; bindmiddel tussen de aggregaten. Bitumen wordt verkregen in een raffinaderij door lichtere fracties uit ruwe aardolie te verwijderen. Benzine en diesel zijn voorbeelden van deze lichtere fracties (VBW Asfalt, 2014). Bitumen is een viskeuze vloeistof dat bij omgevingstemperatuur een stabiele, vaste substantie is, maar bij verwarming vloeibaar wordt. Van deze eigenschap wordt dan ook gebruik gemaakt bij het mengen van asfalt (Wat is bitumen?, 2014). Binnen een asfaltmengsel zal het massapercentage van bitumen tussen de 4,0-7,0% liggen. Deze variatie is nodig om verschillende eigenschappen in asfalt te bewerkstelligen waardoor onder andere ook de verschillende typen asfalt ontstaan (STAB 60/SURF/...) (Typen bitumen, bitumineuze bindmiddelen & bereidingen, 2014).



Figuur 3: Bitumen penetratie test (NEN-EN 1426) (Tests on Bitumen & Asphalt, 2014)

De bitumen die veel worden gebruikt bij de ACH, zijn de bitumen die worden gewonnen uit PR (bij het gebruik van PR in het asfaltmengsel, zie §2.1.3. PR) en penetratie bitumen. De penetratie bitumen worden getest onder gestandaardiseerde condities. Een naald van 100 gram zakt in een bitumen van 25 °C voor vijf seconden, zoals te zien in figuur 3. Er wordt na die vijf seconden gekeken hoe ver de naald gezakt is tot op 0.1 mm nauwkeurig. De bandbreedte hiervan, bijvoorbeeld 50/70. Dit geeft dan de klasse/mate van viscositeit van bitumen aan (Tests on Bitumen & Asphalt, 2014).

2.1.3. Vrijkomend asfalt (PR of RAP)

Een opdrachtgever of een wegbeheerder merkt op een gegeven moment dat een weg(deel) niet meer voldoet of dat een weg(deel) zodanig verslechterd is dat deze toe is aan vervanging. Er wordt een plan gemaakt betreffende de nieuwe weg en het verwerken van het vrijkomend asfalt. Onder vrijkomend asfalt wordt verstaan het asfalt dat van de weg af weer hergebruikt kan worden. Een veelgebruikte afkorting hiervoor is PR (partieel recyclebaar) of RAP in het Engels (Reclaimed Asphalt Pavement). Er bestaan twee soorten PR, namelijk teerhoudende en teervrije PR. Tot in 1991 is er gebruik gemaakt van teer in asfalt. Teer is een soort bitumen, maar met een erg hoge PAK-waarde. Daarnaast staat teer op de lijst carcinogene stoffen. Dit leidt ertoe dat teer niet meer gebruikt mag worden bij het

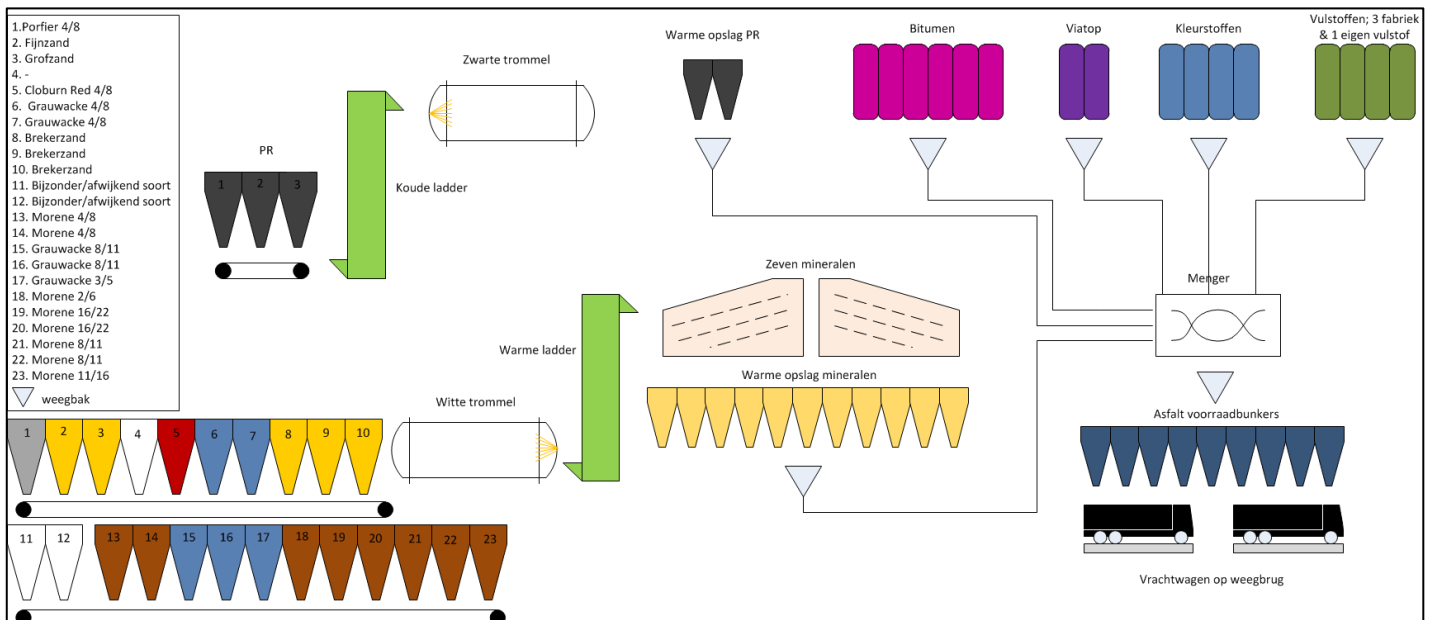
produceren van asfalt. Al het teerhoudende asfalt dat vanaf 2001 vrijkomt, moet uit de asfaltketen worden verwijderd en afgevoerd worden als gevaarlijke afvalstof. Dit houdt in dat tegenwoordig in de asfaltcentrales in principe alleen gewerkt wordt met teervrij gerecycled asfalt. De asfaltcentrale heeft wel de plicht te controleren of het dossier over het binnengekomen PR volledig is (CROW publicatie 210, 2007). De verwerking van PR in de asfaltcentrale wordt besproken in paragraaf 2.2.

2.1.4. Additieven

Om asfalt te laten voldoen aan extra of bijkomende eisen kunnen er verschillende additieven toegevoegd worden aan het standaard mengsel of gedeeltelijk ter vervanging van een grondstof. Het bekendste additief is kleurpigment. Deze wordt gebruikt om het asfalt voor bijvoorbeeld fietspaden rood te kleuren. Kleurstoffen zullen deels ter vervanging gebruikt worden voor vulstof. Het percentage kleurstof wordt bepaald door de asfaltproducent en is voornamelijk gestuurd door proefstukken en ervaring. Om te voldoen aan de eigenschappen van bijvoorbeeld ZOAB kan er aan het mengsel een afdruiptremmer als cellulosevezels toegevoegd worden. Deze vezels hebben de functie om bitumen te absorberen zodat deze niet uit het mengsel druipen tijdens het vervoer en de verwerking.

2.2. De installatie

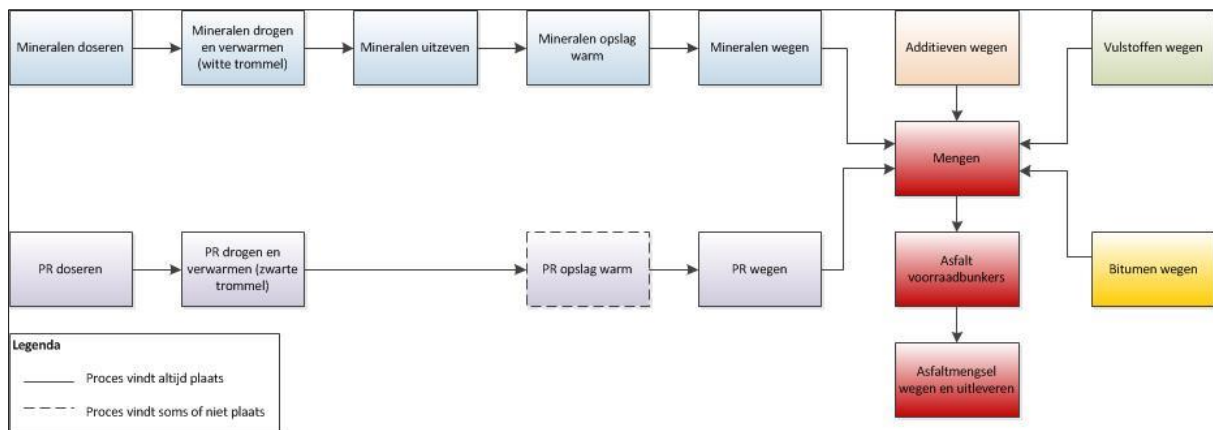
In een asfaltcentrale vinden verschillende processen tegelijkertijd plaats. In figuur 4 is een schematische weergave van de asfaltcentrale te zien (van links naar rechts) en in figuur 5 de processtappen die genomen worden om tot een asfaltmengsel te komen. Belangrijk om te weten is dat in de huidige installatie bij de ACH geen PR (zwarte trommel) gebruikt kan worden zonder dat de witte trommel draait.



Figuur 4: Installatie ACH

Van links naar rechts en van beneden naar boven volgen de volgende processen elkaar op. Om te beginnen zullen de primaire (nieuwe) aggregaten worden opgewarmd in de witte

trommel alvorens via de warme ladder naar de zeven gebracht te worden, waar deze in verschillende fracties uit worden gezeefd en ter opslag in de warmmineraalbunkers worden gebracht. De PR wordt eerst via de koude ladder naar boven gebracht en dan pas verwarmd om verkleefing tegen te gaan. Het PR kan worden opgeslagen in de warme opslag. Daarna worden de minerale fracties (fracties die na het zeven ontstaan zijn) en de andere grondstoffen per stuk volgens recept afgewogen en in de menger gedoseerd. In de menger wordt alles vermengd, dit duurt ongeveer één minuut en gaat per 2500 kg, alvorens te



Figuur 5: Processtappen mengproces bij de ACH

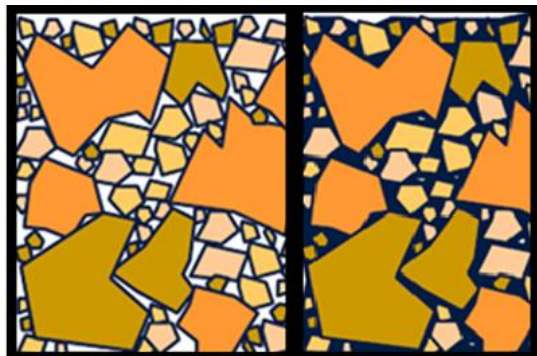
worden gelost te in de voorraadbunkers. Als laatste kan vanuit de voorraadbunkers het asfalt worden uitgeleverd aan de klanten.

2.3. De geproduceerde typen asfalt

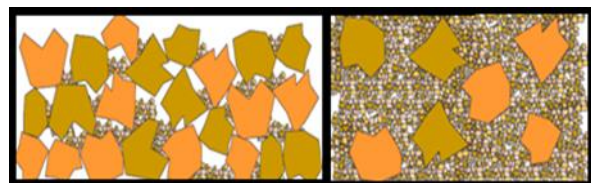
In deze paragraaf wordt de opbouw van een mengsel en de opbouw van een asfalt(constructie) behandeld.

2.3.1. Opbouw mengsel

Een asfaltmengsel bestaat uit een skelet, samen gehouden met behulp van bitumen. Er zijn twee soorten skeletten: zandskeletten en steenskeletten zoals is te zien in figuur 6. Het dragende deel bij een steenskelet zijn stenen met een diameter groter dan 2 mm en bij een



Figuur 7: Links ondervuld mengsel en rechts overvuld mengsel

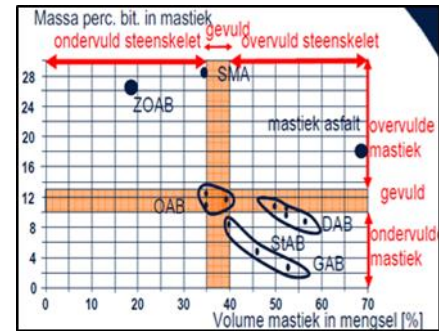


Figuur 6: Links steenskelet en rechts zandskelet

zandskelet het zand met een diameter kleiner dan 2 mm. Het onderscheid tussen zand en steen is menselijk. Deze indeling is in het laboratorium gemaakt. De dragende kracht van een skelet komt door het contact tussen de stenen en het zand, echter worden de ruimtes hiertussen

gevuld met bitumen. In figuur 7 is een weergave te zien van een ondervuld en een overvuld

mengsel. Het ondervulde mengsel zal minder trekkrachten kunnen hebben, maar is goed bestand tegen spoorvorming. Het overvulde mengsel zal minder drukkrachten kunnen hebben en daardoor spoorvorm-gevoeliger zijn, maar het is beter verwerkbaar en het heeft een langere levensduur vanwege de trekkrachten die het aan kan. Er wordt van deze eigenschappen dan ook gebruik gemaakt in de mengsels (KOAC NPC, 2007).



Figuur 8: Asfaltmengsels ten opzichte van elkaar qua vulling en skeletvorm

Een mengsel wordt ontworpen in het laboratorium op basis van volumetrie. Later worden deze getallen omgerekend naar massapercentage, omdat deze maatvoering gebruikt wordt bij de productie van asfalt. Daar worden de grondstoffen immers afgewogen. In figuur 8 is te zien waar welk mengsel zich ongeveer bevindt als men kijkt naar volume mastiek in vergelijking met massapercentage bitumen.

2.3.2. Opbouw asfalt

Een asfalt laag bestaat meestal uit minimaal drie lagen: één (of meerdere) onderlagen, een tussenlaag en een (tijdelijke) deklaag. Elke laag heeft aparte eisen waaraan deze moet voldoen. De onderlaag zal voornamelijk te maken krijgen met verschillende waterstanden en zal voornamelijk trekkrachten moeten kunnen verwerken. Een tussenlaag is ontworpen om veel weerstand te bieden tegen permanente vervorming en de bovenlaag is ontworpen op onder andere een bepaalde stroefheid (Houben & Molenaar, zoals geciteerd in Bijleveld, 2010). Vanaf 2008 worden in de RAW bepalingen de verschillende lagen aangegeven met base, bind(er) en surf(ace). Het getal in de RAW bepaling geeft de maximale aggregaat grootte aan in mm. AC 16 bind staat dan ook voor asfaltbeton, met maximale steengrootte van 16 mm en met functie tussenlaag, zie ook bijlage C. Dit is buiten algemene eisen als bitumen moet penbitumen zijn etc., niet nader gespecificeerd.

2.4. Proces verstorende omstandigheden en factoren

Als er gekeken wordt naar het ideale verloop van het proces dan worden de processtappen zoals deze in Figuur 5 uit paragraaf 2.2 staan gevolgd. Er zijn echter ook factoren en omstandigheden die het productieproces verstoren.

2.4.1. Proces verstorende omstandigheden en factoren vanuit eerder onderzoek

Deze factoren en omstandigheden komen uit het onderzoek van Arbeider (2014)):

- De wisseling van mengsels; de voorkeur gaat uit naar het produceren van zo min mogelijk verschillende soorten mengsels op één dag.
- Starts & stops; het meerdere malen opstarten van de machine op één dag betekent dat de productie compleet stil heeft gelegen en zowel gas en tijd die niet efficiënt gebruikt wordt voor de productie. Er is namelijk een geruime hoeveelheid gas nodig om de installatie op te starten.

- Vocht; vocht is een factor die zorgt voor een lagere temperatuur in de zwarte trommel en een extra hoog opgestookte witte trommel om te compenseren voor de lage(re) temperatuur in de zwarte trommel. Verder zorgt vocht voor een viskeuzer mengsel dan vastgesteld als het bij het mengen nog in het mengsel zit en eventueel ook dat de gebruikte bitumen gaat schuimen. Dit is een positief effect van vocht, maar nadelig bij de huidige mengsels, omdat schuimbitumen daar niet gewenst zijn.
- Planning; de planning werkt normaal gesproken bevorderend voor het productieproces. De overgangen zijn beter te plannen en de tijd wordt zo efficiënt mogelijk gebruikt, echter steken last minute wijzigingen hier een stokje voor. Deze wijzigingen zorgen ervoor dat er te veel of te weinig geproduceerd wordt, een ander mengsel verwacht wordt of zorgen soms dat de gehele installatie stilgezet wordt, omdat de uitvoerder nog geen plan heeft voor de soort en hoeveelheid asfalt hij wilt die dag.
- Gasnorm van 1748 m³/uur; deze norm omschrijft het maximale aan gas dat per uur verbruikt mag worden en is dus een randvoorwaarde. Indien deze norm overschreden wordt, dan heeft de omliggende woonwijk niet genoeg druk op de gasleiding staan met als gevolg dat bijvoorbeeld de CV-ketel uit gaat. De asfaltcentrale kan voor het overschrijden een boete krijgen.
- Mengselvolgorde; de volgorde van het uitleveren van de mengsels is ook een belangrijke factor. Door de voorkeur van de klant qua uitlevertijd, is de menger verplicht de volgorde van het mengsel aan te passen op de klant, terwijl dit voor de installatie misschien niet het efficiëntste is.
- Onderdruk in de trommel in combinatie met uittredend stof; bij een te lage onderdruk in de trommel ontstaat er hele erge stofvorming uit de witte trommel dat overlast veroorzaakt in de omgeving. Dit is zowel op het terrein vervelend als voor de burens. De onderdruk wordt beïnvloed door de afvoer van lucht uit de zwarte trommel. Deze lucht wordt eerst nog een keer door de witte trommel geleid voordat deze naar de schoorsteen gaat. Door deze extra luchttoevoer is het gebruik van de zwarte trommel van grote invloed op de te handhaven onderdruk.
- Storingen; storingen zijn bij goed onderhoud niet te voorzien en kunnen de complete installatie stoppen of voor een vertraging zorgen in de dag- of weekplanning.

Elk van deze omstandigheden en factoren zorgen voor een verstoring van het proces. De ene factor is wel beïnvloedbaar, de andere, zoals een storing, niet. Het effect van al deze factoren is ook verschillend in grootte. Vocht is een voorbeeld van een grote verstoring terwijl het wisselen van mengsel minder invloed heeft en meestal redelijk naadloos gaat (Arbeider, 2014).

2.4.2. Proces versturende omstandigheden en factoren vanuit de externe asfaltexperts

Proces versturende factoren of omstandigheden kunnen volgens de directeur van het AKC temperatuur zijn en vocht zijn als gevolg van het seizoen/klimaat. Het opslaan van

materialen buiten zorgt voor vochtiger materiaal en verontreinigingen zoals klei en stof. Water op de verkeerde plek of in het gereed product (asfaltmengsel dat klaar is) is niet gewenst bij bijvoorbeeld het transport. Volgens de hoofdlaborant van Reef is de homogeniteit van een mengsel een versturende factor. De homogeniteit kan verstoord worden door klinkers, zand, wortels als gevolg van te diep frezen bijvoorbeeld. Verder zijn vocht, een wisseling van het percentage van vocht, mengselwisselingen, kleine porties en te grote brokken freesasfalt ook nog versturende factoren die genoemd werden. Te grote brokken freesasfalt, zijn stukken asfalt die niet direct de installatie in kunnen gaan, dus die eigenlijk groter zijn dan 0/20.

2.5. Technische randvoorwaarden installatie Asfalt Centrale Hengelo

De installatie bij de ACH is in de jaren '70 gebouwd zoals deze in de huidige vorm te zien is. De installatie is gebouwd op een productie van 140 ton/uur en een dagproductie van 1000 ton. Middels ingrepen en veranderingen is de installatie uitgebreid. Hieronder een overzicht van de voorwaarden waar de installatie aan gebonden is vandaag de dag.

Onderdeel	Randvoorwaarde
Lopende band wit	180 ton/uur
Lopende band zwart	120 ton/uur
Witte trommel	180 ton/uur
Zwarte trommel	120 ton/uur
Droogtijd wit/zwart	± vier minuten (afhankelijk van de snelheid trommels)
Meng tijd	45-60 seconde (STAB: wegen-lossen-mengen-lossen 48 sec., SMA 58 sec.)
Temperatuur wit	0-300°C gemiddeld 160-170°C
Temperatuur zwart	0-150°C gemiddeld 90°C
Temperatuur gereed product	150-165°C
Temperatuur afgas wit	maximaal 170°C (bij 175°C gaat verse luchtklep open, nog steeds stijging dan gaat de brander uit)
Temperatuur afgas zwart	maximaal 160°C (bij 190°C treedt brandblussysteem in werking)

Aanvullingen:

- Bij het draaien van een DAB of SMA wordt het filterdoek niet heet genoeg om vocht in de gasfase te houden en slaat vocht neer als condens.
- Onderdruk in het systeem is nodig tegen stofvorming rondom de trommel.
- Onderdruk is snel(ler) weg in de witte trommel bij het gebruik van 60% PR, doordat lucht uit de PR-trommel wordt teruggevoerd door de witte trommel.

3. Vocht en vochtintrede

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar vocht en vochtintrede bij de ACH. Allereerst worden de resultaten besproken uit de interviews die intern en extern gehouden zijn (zie bijlage E en F). Vervolgens is er gekeken naar het vochtpercentage dat de materialen bevatten bij binnenkomst bij de ACH en het vochtgehalte dat per mengsel de installatie in gegaan zijn.

3.1. Vanuit de medewerkers van de ACH - vocht en vochtintrede

Uit de verschillende interviews komt naar voren dat er in de praktijk verschillend gedacht wordt over de hoeveelheid en soorten vocht die er zijn. Vanuit de personeelsleden worden de volgende soorten vocht genoemd: er is één soort vocht of er zijn twee soorten vocht. Twee soorten vocht kunnen zijn inerte en extern vocht of naar herkomst: hemelwater en condens. Inert vocht is vocht dat opgesloten zit in het materiaal en extern vocht is vocht dat om het materiaal heen hangt als het ware. Alle werknemers zijn het erover eens dat minder vocht beter is, echter is er geen eenduidig antwoord over welk vochtpercentage werkbaar/acceptabel is binnen de asfaltcentrale. De ene is van mening dat het een werkbaar percentage is als er geen vocht meer in en om de steen heen zit als het vermengd wordt, de ander kijkt naar welk percentage uit de stenen gehaald kan worden in de installatie en een derde kijkt naar de financiële gevolgen van vocht in de installatie. De conclusie is: minder is beter, maar op basis van berekeningen en wat de installatie aan kan ligt het werkbare/acceptabele vochtpercentage tussen de 3,0-4,5%. De redenering vanuit de praktijk ligt ver uit elkaar. De bedrijfsleider kijkt naar de thermodynamische formule en simpel gezegd, al het gas dat boven de $9,5 \text{ m}^3/\text{ton}$ verstoekt wordt, is waarschijnlijk als gevolg van vocht. $9,5 \text{ m}^3/\text{ton}$ is technisch haalbaar en kostprijs realistisch in dat geval. De menger relateert het werkbare vochtpercentage aan het maximum wat de installatie aan kan met betrekking tot PR, terwijl een (oud-)laborant kijkt naar wat redelijkerwijs binnenkomt aan vocht in de grondstoffen (steenslagen, zand en PR).

De verwachtingen met betrekking tot het vochtpercentage in grondstoffen bij de leveranciers ligt niet al te ver uit elkaar. Er komt wel duidelijk naar voren dat een redelijk vochtpercentage verwacht wordt (max. 5%) als men praat over de grondstoffen die binnenkomen. Het wordt niet acceptabel gevonden als een schipper extra water in het ruim pompt om onder bruggen door te kunnen varen. De verwachtingen van en op de werkvloer verschillen. Sommigen vinden dat er nu niets verwacht kan worden van de collega's terwijl de ander toch wel verwacht dat er metingen gedaan worden. Er wordt ook verwacht dat er aan de bel getrokken wordt indien het materiaal te nat is en dat droger materiaal gekozen wordt wat in de installatie komt. Als laatste wordt verwacht dat de installatie zodanig wordt aangestuurd dat er geen nat materiaal in de menger terecht komt.

In het interview is ook gevraagd naar de bronnen van grondstoffen (aggregaten). Over het algemeen kwam naar voren dat steenslagen uit steengroeves of uit de rivier kwamen en zand uit steengroeves (brekerzand), zandgroeves (fijnzand/grofzand) of de rivier (rivierzand). De locatie van deze zand- en steengroeves zijn in heel Europa, maar voornamelijk in

Duitsland, België en Nederland. Sommige steenslagen vinden hun oorsprong in Schotland, Noorwegen, Frankrijk en Zwitserland.

Als men wordt gevraagd naar de plaatsen waar vochtintrede plaatsvindt dan worden twee bronnen bijna altijd genoemd: hemelwater bij de opslag bij de ACH en vocht dat zijn intrede doet bij de bronnen. Andere factoren/ omstandigheden waarbij vocht zijn intrede doet, zijn: spoelen en shiften van materialen en tegen de vorming van stof bij de bron. Factoren die ook werden benoemd zijn hemelwater bij de groeves en havendepots, de luchtvochtigheid, condens, water om het (oudere) schip te balanceren en frezen. Er is één factor waar men het onderling niet met elkaar eens is en dat is of schepen bij het vervoer van aggregaten dicht of open zijn. Dit maakt het verschil of de aggregaten onderhevig zijn aan het klimaat tijdens het vervoer per schip of niet.

Als er wordt gekeken naar de verschillen tussen mengsels met PR en mengsels zonder PR en wat de eventuele verschillen zijn dan wordt er, zoals verwacht, op verschillende manier gekeken. PR is gevoeliger voor vocht van buitenaf, omdat deze er bijna niet meer uitgaat als het erin zit in tegenstelling tot aggregaten waarbij water er wel uit komt. Er hoort in de praktijk echter geen verschil te zijn in de samenstelling van de mengsels met en zonder PR. In de praktijk vind je dit verschil ook niet terug, behalve bij de verwerking. Dan wordt volgens de laborant het asfaltmengsel als stugger ervaren als er PR gebruikt is. Er is geen vochtpercentage bekend van de PR die gebruikt wordt bij de ACH, maar de PR wordt qua temperatuur vaak niet warmer dan 100°C bij het verwarmen. Dit heeft redelijk grote gevolgen voor de manier van werken in de asfaltcentrale. Het witte aggregaat wordt opgestookt tot soms bijna 300°C om tot een eindtemperatuur te komen van 150-160°C en zorgt ervoor dat de gebruikte bitumen direct erg verouderen.

3.2. Vanuit de externe asfaltexperts - vocht en vochtintrede

Qua vochtpercentage in verschillende materialen wordt het volgende genoemd: voor zand is maximaal 5,0% acceptabel, voor koud PR minder dan 5,0% en 3,0% is gewenst en voor steenslag is 1,5% redelijk. Een brekerinstallatie geeft een redelijk constant vochtpercentage, bij droog weer 1,5% vocht. Deze PR werd eerder in een overdekt vak gestort. Volgens de directeur van het AKC zijn de schoepen in de trommel onder andere van belang als men kijkt naar het acceptabele/werkbare percentage aan vocht. Voor steenslag is 1,0-2,0% werkbaar, voor zand is dat wat hoger, maar wel onder de 5,0%. Voor PR geldt: lager is beter. Water wordt gebruikt om stof tegen te gaan bij het breken van asfalt als het erg droog is. Als er een ander middel gebruikt kan worden, dan is daar geen water voor nodig. 0,0% vocht is niet gewenst, net als een directe vlam in verband met warmteoverdracht. Warme natte lucht heeft een betere warmte overdracht dan warme droge lucht.

Vanuit de leveranciers, kan je volgens alle experts wel wat verwachten. Een vochtpercentage van 10,0% is niet altijd acceptabel en kan geweigerd worden. Deze 10,0% kan komen doordat het zand direct uit een zandput of vanuit de Westerschelde gelost wordt in het schip. De schipper dient dan het water af te pompen gedurende zijn vaart, maar als je dicht

bij de bron bent, dan werkt dit niet. Je betaald dubbel zegt de laborant van Reef: 1. Je betaalt voor water in plaats van een grondstof en 2. Je moet het water ook weer weg zien te stoken. Een kortingsregeling is een oplossing die de directeur van het AKC aan droeg om te compenseren voor het hoge vochtpercentage. Vanuit Ooms Civiel komt de visie dat een zandpercentage van 10,0% best acceptabel kan zijn als je dicht bij de zandgroeve gevestigd bent en als de maximale afpompcapaciteit niet genoeg vocht uit de grondstof kan krijgen tijdens het varen. Vaak kan zelfs 10,0% vocht in het witte materiaal gemakkelijk eruit gehaald worden in de witte trommel.

Vanuit de asfaltproducent wordt verwacht dat er een restvochtgehalte van maximaal 0,1% in het bereide product aanwezig is. Als er meer vocht in zit, gaan de bitumen schuimen (stoombelletjes zorgen voor een schuimeffect), dit druipt van de steenslag af met volgens de directeur van het AKC vette plekken of een slechtere verwerkingsmogelijkheid als gevolg. De hoofdlaborant van Reef is meer betrokken bij de verwerking van asfalt en vertelt dat er qua vocht eigenlijk niks verwacht wordt, maar er wordt wel verwacht dat het mengsel kwalitatief goed is net als de temperatuur. Als een mengsel te heet is, zorgt dat voor rookontwikkeling bij de asfaltspreider, waardoor een machinist zich minder goed voelt na een dag op de machine en te koud asfalt zorgt voor een slechte verwerking. Regen bij het verwerken van asfalt zorgt ervoor dat het asfalt sneller afkoelt.

3.3. Vochtpercentage

Om een eerste indicatie te krijgen van de hoeveelheid vocht die de installatie in ging is er op basis van de vochtmeting die gedaan is bij binnenkomst van de grondstoffen een berekening gemaakt over het jaar 2014. In tabel 1 is een overzicht te zien van het gemiddelde vochtpercentage dat zich in de grondstoffen bevond op het moment dat deze binnen kwamen bij de ACH. Dit vochtpercentage is berekend op basis van de metingen van 2013 tot en met mei 2015. Het weer is waarschijnlijk erna nog van invloed op het uiteindelijke vochtpercentage van het materiaal, aangezien het materiaal dagen tot weken buiten ligt voordat het gebruikt wordt en dus uiteindelijk natter of droger de installatie in gaat.

Tabel 1: Gemiddeld vochtpercentage materiaal bij binnenkomst

Grondstof	Aantal metingen	Gemiddeld vochtpercentage
Fijnzand	15	4,2
Grofzand	35	2,6
Brekerzand (Morene 0/2)	40	4,5
Morene 2/6	21	1,7
Morene 4/8	23	1,3
Morene 8/11	33	1,1
Morene 11/16	33	0,9
Morene 16/22	26	1,0
Grauwacke 3/5	3	3,7
Grauwacke 4/8	15	1,7
Grauwacke 8/11	17	1,2
Grauwacke 16/22	1	0,5
Reflexing white	2	1,9
Cloburn red 8/11	1	1,1
Tilrood 2/6	1	2,7
Porfier 4/8	1	0,9
Porfier 8/11	2	0,8
PR	17	5,3

Uit tabel 1 is af te lezen dat naar mate de steengrootte toeneemt het percentage vocht af neemt. Dit geldt eigenlijk voor alle steensoorten. De enige afwijking hierin is dat Morene 16/22 met 0,1% meer vocht heeft dan Morene 11/16 gemiddeld. Op basis van de meetgegevens die beschikbaar zijn, is het niet duidelijk hoe representatief de metingen voor Grauwacke 3/5, Grauwacke 16/22, Reflexing White, Cloburn Red 8/11, Tilrood 2/6 en beide Porfier groottes zijn. Deze vochtpercentages zijn gebaseerd op slechts één tot drie metingen en kunnen dus als onbetrouwbaar gezien worden. Het verschil in aantal metingen komt voort uit de hoeveelheid leveringen er gedaan zijn van deze materialen.

Er is gekeken naar het gemiddelde percentage aan vocht dat de installatie is binnen gekomen bij de top 20 geproduceerde mengsels in 2014, zie tabel 2. Van deze mengsels is tussen de 1274-15763 ton geproduceerd in 2014. Dit is gedaan op basis van de vochtpercentages in de bouwstoffen bij binnenkomst en op basis van de gebruikte recepturen van de mengsels. Deze recepturen zijn qua percentages zand, steenslag en PR te vinden in bijlage D en zijn gemaakt voor specifiek deze molen en worden aangepast op basis van de PR die binnenkomt.

Tabel 2: Vocht in de installatie op basis van vochtpercentage bij binnenkomst materialen.

Omschrijving mengsel	Soort asfalt-mengsel	Gem. vocht-percentage op jaar basis	Liter/ ton toegevoegd	Productie 2014 (ton)	Gas (m ³)	Kosten water/ ton
AC 16 BIND T1 B 55%	STAB 55	3,6 %	36	15763	42478	0,787
AC 22 BASE O1-A 60%	STAB 60	4,1 %	41	15178	46582	0,896
AC 16 SURF D2 30%	SURF 30	3,1 %	31	11631	26990	0,678
AC 16 BIND Ttd-B 55%	STAB 55	3,6 %	36	7832	21106	0,787
AC 16 BIND TL-C 55%	STAB	3,6 %	36	7582	20432	0,787
AC 11 SURF DL-B Mor.	SURF	2,2 %	22	7126	11735	0,481
AC 22 BASE O1-B 60%	STAB 60	3,9 %	39	6535	19078	0,853
AC 22 BASE O2 60%	STAB 60	3,9 %	39	6361	18570	0,853
SMA-NL 11B Gra.	SMA	1,6 %	16	5254	6293	0,350
AC 11 SURF DL-A Mor.	SURF	2,2 %	22	4636	7635	0,459
AC 22 BIND TL-C 60%	STAB 60	3,9 %	39	4299	12550	0,853
SMA-NL 11B Mor.	SMA	1,5 %	15	2353	2642	0,328
SMA-NL 11B grau (SBS)	SMA PMB	1,5 %	15	1913	2148	0,328
AC 22 BIND T1-B 60%	STAB 60	3,9 %	39	1770	5167	0,853
AC 22 BASE O3 60%	STAB 60	3,9 %	39	1728	5045	0,853
SMA-NL 8B 70/100 Mor.	SMA	1,5 %	15	1652	1855	0,328
AC 16 BIND T1-A 55%	STAB 55	3,7 %	37	1465	4058	0,809
SMA-NL 8B (SBS)	SMA PMB	1,5 %	15	1312	1473	0,328
AC 8 SURF D3 Mor.	SURF	2,2 %	22	1308	2154	0,481
AC 16 BIND Ttd-A 55%	STAB 55	3,7 %	37	1274	3529	0,809

Het gemiddelde bedrag dat men kwijt is per ton productie op basis van de top 20 meest geproduceerde mengsels is: €0,714. Per ton asfalt had men een prijsverbruik aan gas van €3,17 (inclusief belastingen). Dit betekent dat ruim 22% van het budget op gaat aan vocht. Voor 2014 houdt dit in op basis van de top twintig van mengsels en zonder de invloed van het weer, dat dit een totale kostenpost was van €76385,38.

3.4. De bronnen van de grondstoffen en vochtintrede

In tabel 3 is een overzicht te zien van de gebruikte bronnen bij de ACH en de bronnen waar deze vandaan komen. Er is ook gekeken naar waar er sprake kan zijn van vochtintrede in het materiaal.

Tabel 3: Grondstoffen en herkomst

Soort grondstof	Bron/stad/groeve	Land	Vervoers-middel	Water benodigd bij winning	Invloed weer transport	Invloed weer opslag
Fijnzand	o.a. Wilsum	Duitsland	Vrachtwagen	Ja	Ja	Ja
Grofzand	o.a. Wilsum	Duitsland	Vrachtwagen	Ja	Ja	Ja
Brekerzand	o.a. Wilsum	Duitsland	Vrachtwagen	Ja	Ja	Ja
Morene	o.a. Wyhl	Duitsland	Schip	Ja	Ja	Ja
Labradorit wit	Hellvik	Noorwegen	Schip	Ja	Ja	Ja
Grauwacke	Sauerland	Duitsland	Schip	Ja	Ja	Ja
Porfier	Quenast	België	Schip	Ja	Ja	Ja
Cloburn Red	Lanark	Schotland	Schip	Ja	Ja	Ja
PR-materiaal		Nederland	Vrachtwagen	Ja	Nee	Ja
Bitumen	o.a. Antwerpen	België/ Duitsland	Vrachtwagen	Nee	Nee	Nee
Kleurstof		Duitsland	Vrachtwagen	Nee	Nee	Nee
Vulstof			Vrachtwagen	Nee	Nee	Nee

Uit tabel 3 kan opgemaakt worden dat vulstoffen, kleurstoffen en bitumen geen invloed van water ondervinden bij het winnen, transporten en opslaan van deze materialen. De materialen waar wel vocht kan en zal intreden zijn zand, steenslagen en freesmateriaal (PR). In paragraaf 4.5 zal verder worden ingegaan op de invloed van het weer op de het vochtgehalte.

4. Vochtmetingen

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op vochtmetingen en hoe deze momenteel uitgevoerd worden. Naar aanleiding van de ontvangen informatie uit de interviews is er een meetmethode uitgekozen en een meetplan opgesteld en daarna worden de metingen uit 2012 en 2015 besproken.

4.1. Vanuit de medewerkers van de ACH - vochtmetingen

In de wegebouw zijn er verschillende methoden om vocht te meten. De meest genoemde meetmethode was het nemen van een monster en deze dan 'nat' en 'droog' meten. Nat en droog staan tussen haakjes omdat het vaak niet doorweekt is met water en men weet nooit exact of deze droog is. Het nadeel van deze methode is dat het een momentopname is van één locatie en dat deze zowel met een magnetron als met een stoofoven gedaan kunnen worden. Andere methoden kunnen zijn infraroodmeting (wordt gedaan voor bijvoorbeeld voedsel), voelers, elektronische vochtmeters. Binnen de ACH wordt alleen de een monster genomen en dan wordt het 'nat' en 'droog' meten van het monster gedaan met behulp van een magnetron. De vochtmetingen worden altijd gedaan als er per schip een grondstof geleverd wordt en steekproefsgewijs voor het zand dat per as binnen komt. Per as betekent dat het per vrachtwagen geleverd wordt. PR wordt gemeten indien daarom gevraagd wordt, het is niet standaard (NEN-EN 12697-27; Sampling).

Qua locaties om te meten zijn de meningen verdeeld onder de medewerkers van de ACH. De ene vindt de lopende band een geschikte plek, omdat er al een looppad naast ligt en dit de beste indicatie geeft. De volgende vindt de doseurs een geschiktere plek, om vervolgens tegen gesproken te worden door een derde die zegt dat de bulten de beste weergave geven, omdat het water naar beneden zakt en gedrukt wordt. De laboranten zijn beiden van mening dat je door de gesloten installatie geen monster kan nemen of een meting kan doen. De bedrijfsleider vindt vlak voor de trommel een juiste locatie, omdat dan alle invloeden van buitenaf al geweest zijn en je dan letterlijk weet hoeveel liter water het systeem in gaat. Het nadeel is dan wel dat het altijd een cocktail is van materialen. Bulten en doseerpunten zijn goed voor individuele metingen. Het vocht meten in de schoorsteen is ook van belang omdat het vermoeden heerst dat er ook nog vocht het systeem uit gaat middels damp. Dit is van invloed op het gasverbruik. De redenering komt waarschijnlijk uit ervaring, namelijk ofwel goed bereikbaar (technische commissie) ofwel het buitensluiten van factoren (proces technoloog) ofwel vanwege de beste indicatie (laborant).

Als er een keuze gemaakt moet worden bij welke grondstoffen het het belangrijkste is om te meten dan is het antwoord redelijk eenduidig. Voornamelijk de fijnere grondstoffen (zand) en PR dienen dan gemeten te worden. De fijnere materialen, vanwege het grote oppervlakte waar aanhangend vocht aan kan zitten, en PR vanwege het vasthouden van het vocht over een lange periode en de kleinere mogelijkheid om het vocht eruit te stoken in de installatie. Grotere aggregaten zuigen zich wel vol met water, maar bevatten uiteindelijk minder vocht.

Als er gekeken wordt naar de hoeveelheid metingen, dan varieert de mening daarover ook, zeker gezien dit toch het materiaal is waarmee gewerkt dient te worden. Als er gemeten wordt, dan varieert het aantal metingen van drie tot vier keer per dag tot en met continu meten. De redenen verschillen dan ook. De menger vindt het minder van belang dat de witte aggregaten gemeten worden terwijl de bedrijfsleider eigenlijk het liefste ziet dat het continu gemeten wordt mits er ook direct feedback is naar de molen toe. Als continu meten niet overal mogelijk is, dan moet alleen op de kritieke punten continu worden gemeten en op de andere punten periodiek. De reden voor 3-4x per dag meten is de waarneming in verschillen. 's Nachts heeft het vocht een geruime periode om te zakken en het water is dan 's ochtends ook te vinden op de lopende band en in de loop van de dag wordt er materiaal op de bult gegooid. Door deze periodieke metingen zal er een duidelijk verschil zichtbaar kunnen worden.

4.2. Vanuit de externe asfaltexperts - vochtmetingen

Er zijn verschillende methoden om vocht te meten: nat-droog meten met een droogstoof of brander, HD2-meter, vochtmeters met nucleaire bron (aan vergunning verbonden in verband met gammastraling), microgolf vochtmeter, carbid ampullen (gedateerde methode), en een continue vochtmeter die bij voorkeur zonder contact meet omdat anders veelvuldige slijtage plaats zal vinden. Een kook test en zelf een mengsel maken met verschillende percentages vocht zijn twee methoden die ook toegepast kunnen worden. Er is ook een proef (EN 12697-14) die het restvochtgehalte kan bepalen in een mengsel. In een compact mengsel dampt dit percentage vocht er niet meer uit in tegenstelling tot een ZOAB-mengsel. Als er teveel restvocht in het mengsel zit, zorgt de dampspanning ervoor dat na het walsen het asfalt weer omhoog komt. Verder zorgt een teveel aan restvocht voor een modderstructuur bij het transport waardoor er afdruipling en ontmenging plaatsvindt wat dan weer voor vette plekken zorgt op het asfalt.

Vocht kan het beste gemeten worden voor de trommel, bij het gereed product, of bij de warmmineraalbunkers. Als er gemeten wordt bij het gereed product loopt men achter de feiten aan, dus dat is niet de beste locatie. Verder is het keuren van bouwstoffen gemakkelijker en kan een constanter product gegarandeerd worden. Als de experts gevraagd wordt hoe vaak er gemeten dient te worden, dan is er een tegenstelling op basis van homogeniteit. Als de homogeniteit groot is, dan voldoet het volgens de hoofdlaborant om eenmaal per dag te meten, maar de directeur van het AKC is van mening dat continu meten beter is zodat de menger erop kan sturen. Vanuit Ooms Civiel wordt aangedragen om de grondstoffen te meten bij binnenkomst, aangezien het vochtpercentage redelijk constant is, PR daar gelaten. Bij Asfalt Productie de Eem werd er gebruik gemaakt van drie bergen voor PR. Eén waaruit gewerkt wordt, één reserve en één die opgebouwd wordt. Zodoende is er een redelijk te handhaven vochtpercentage en is die vrijwel in de gehele berg hetzelfde. Er werd geen PR gepakt van de grond tot een hoogte van 0,5-1,0 meter, vanwege het hogere vochtgehalte. Deze laag wordt aan de kant gelegd op een berg zodat het vocht verder kan uitzakken. De beste grondstof om te meten is zand en het PR-materiaal. Bij PR is het qua

voorraad rennen of stilstaan en vocht is voor de leverancier voordelig over de weegbrug. Voor zand geldt; hoe fijner het materiaal des te meer vocht en voor PR geldt dat het een grote invloed is, omdat je mengsel voor 60% uit PR bestaat.

4.3. Meetmethode

Uit de interviews is naar voren gekomen dat nat-droog wegen met behulp van een droogstoof, magnetron of brander een meetmethode is die uitgevoerd kan worden zonder opleiding of het aanschaffen van nieuwe apparatuur.

De metingen zullen worden gedaan door middel van standaard 2010, proef 11.0. uit te voeren (NEN-EN 12697-27). Deze proef staat voor het gereedmaken van het analysemonster voor de zeefproef. Er is voor deze proef gekozen, omdat hier op een relatief makkelijke manier het vochtpercentage bepaald wordt. Het is een gedeelte van de zevensproef. De zevens zijn niet van belang in het onderzoek naar vocht. De tekst is in zijn geheel overgenomen om de meetmethode volgens de norm te doen (Leeman, 2013).



Figuur 9: Monsterverdeelapparaten (Boom Laboratoriumleverancier)

4.3.1. Benodigheden

- Monsterverdeelapparaat (figuur 9)
- Balans met nauwkeurigheid van 0,001 maal de massa van het te onderzoeken materiaal
- Droogstoof, instelbaar op $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- Warmte-isolerende handschoenen

4.3.2. Uitvoering

Droog in de droogstof bij $110 ^\circ\text{C}$ het totale monster tot een constante massa. Dit wordt bereikt wanneer tussen twee wegingen, met een interval van minimaal een half uur, het massaverschil, tussen de laatste en voorlaatste weging, kleiner is dan 0,1%.

Tabel 4: Minimale monstergrootte conform EN-993-1

Schat of bepaal globaal de grootste korrelafmeting van het te onderzoeken materiaal.

Bepaal aan de hand van onderstaande vuistregel (eis RAW 2010) de grootte van het te onderzoeken monster.

Grootste nominale korreldiameter D in mm	Minimale monstergrootte in gram
31,5	10.000
22,4	6300
16,0	2600
22,2	1600
8,0	600
5,6	450
≤4	200

Vuistregel:

De massa van het monster in grammen moet minimaal 100 keer de grootste korrelafmeting (in mm) van het monster zijn. Voorbeeld: Is de grootste korrelafmeting van een steenslag 6 mm, dan is de minimale massa $6 \times 100 = 600$ gram, zie tabel 4.

Kies de juiste monsterverdeler (de grootste korrels moeten gemakkelijk kunnen passeren). Verdeel met behulp van de monsterverdeler het totale monster zodanig, dat ongeveer de juiste massa overblijft.

Opmerking:

De meeste monsterverdelers delen het monster op in twee ongeveer gelijke delen. Is de helft nog ruim 2 maal zo zwaar als de toe te laten minimum massa, verwijder dan één van de helften en splits de andere helft nogmaals. Deze procedure kan eventueel verder worden voortgezet tot de minimum massa (zie vuistregel) wordt benaderd.

Het gekwarteerde deel echter moet in zijn geheel worden onderzocht, dus na weging niets meer eraf halen of erbij voegen om een mooi rond getal te krijgen.

Bij zeer grote monsters is het aan te raden deze, alvorens te drogen, het monster met behulp van een monsterverdeelapparaat tot een hanteerbare grootte terug te brengen.

4.4. Meetlocatie

In deze paragraaf wordt ingegaan op de vormen van vocht en het meetplan. Het meetplan is een weergave van de processen en de verschillende vormen van vocht die van invloed zijn.

4.4.1. Vormen van vocht

Uit de interviews is naar voren gekomen dat er verschillende vormen van vocht zijn in het asfaltproductieproces. Deze zijn samen met vormen van vocht die geobserveerd zijn, als volgt:

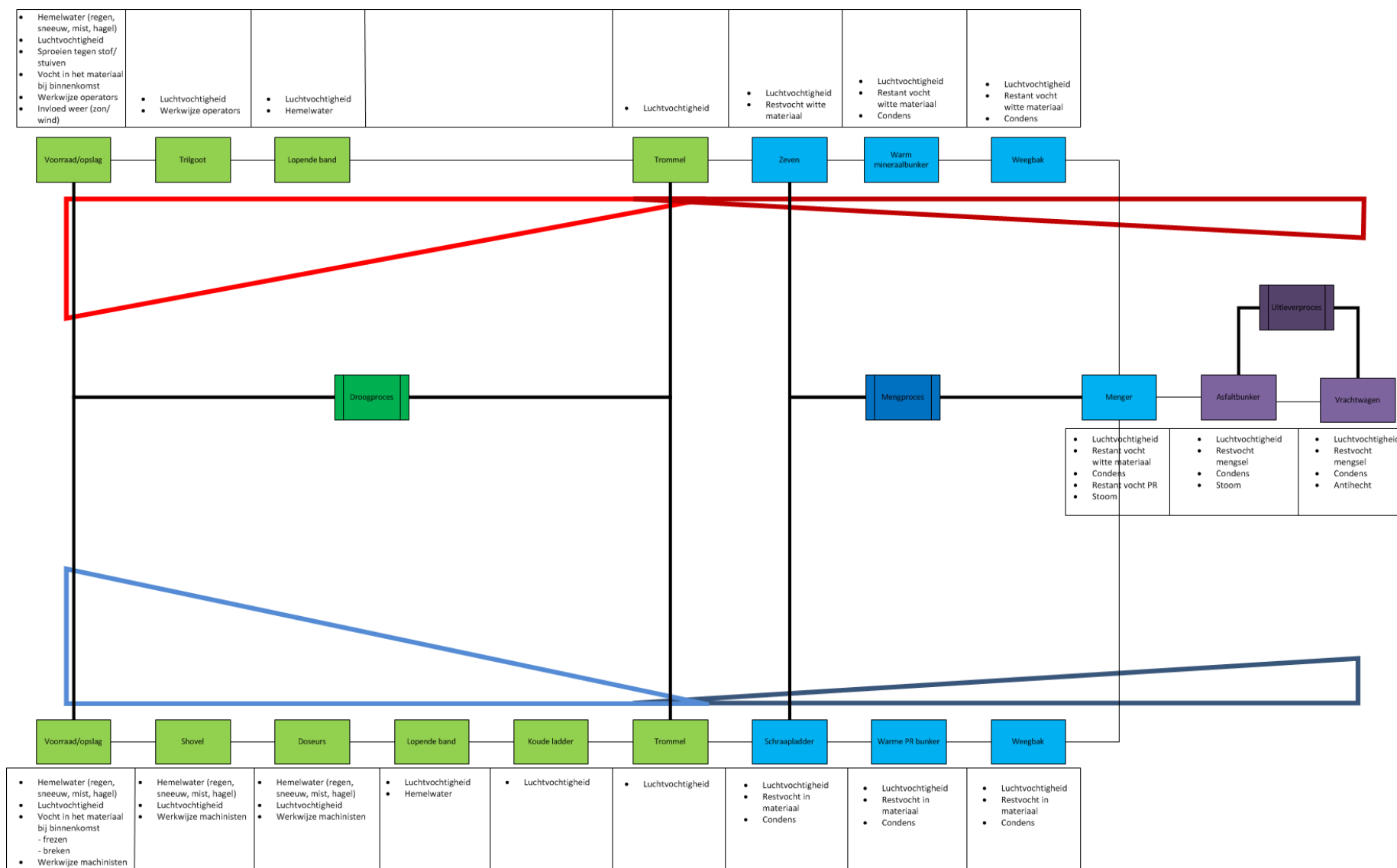
- Luchtvochtigheid; luchtvochtigheid is een grootheid die aangeeft hoeveel waterdamp er zich in de lucht bevindt. Voor mensen is een luchtvochtigheid tussen de 40-60% het meeste gewenst. In de installatie kan deze nogal variëren, afhankelijk van het percentage vocht dat de trommels in gaat. Deze parameter is niet overal te sturen, behalve in ruimtes waar een afzuiging geplaatst is.
- Hemelwater; onder hemelwater wordt verstaan al het vocht dat vanuit de lucht neerslaat op de grond. Hieronder worden regen, hagel, sneeuw en mist verstaan. Sneeuw is het lastigste omdat sneeuw vaak langer op dezelfde plek de grondstoffen kan bedekken, waardoor wind en/of zon ook geen invloed heeft op die plek behalve het laten ontdooien van sneeuw. Deze parameter is in de huidige setting alleen controleerbaar in de molen zelf, maar niet bij de opslag van de materialen.
- Sproeien tegen stof/stuiven van materialen; als het een langere tijd droog is geweest dan gaan de stofdeeltjes uit de primaire grondstoffen stuiven als de grondstof verplaatst wordt. Bij PR geldt het sproeien, bij het breken van asfalt, dan kan er nog

wel eens stof gaan stuiven. Om het stuiven van stof in te perken wordt er gebruik gemaakt van een beetje water, middels sproeien op de grondstof. Deze parameter is beïnvloedbaar; men kiest er voor om wel of niet te sproeien.

- Vocht in het materiaal bij binnenkomst; de bouwstoffen komen binnen per schip of per as en bevatten vaak al een percentage vocht. Bij de primaire grondstoffen zal het vocht voornamelijk binnen getreden zijn bij de bron of tijdens het transport. Bij PR-materiaal komt het vocht voornamelijk in het materiaal bij het freesproces en het weer indien PR gebroken wordt. Deze parameter kan gestuurd worden middels redelijke eisen in het contract. Momenteel is dit niet het geval.
- Restvocht in het witte materiaal/PR/gereed product; onder restvocht wordt verstaan het vocht wat zich nog in de grondstoffen of het asfaltmengsel bevindt, na het droogproces. Restvocht is een parameter die niet gestuurd kan worden op het moment dat het restvocht is.
- Stoom; stoom vormt zich bij het verwarmen van de grondstoffen in de trommels. Bij een temperatuur van 100°C of meer zal het water gaan verdampen en in de luchtstroom terecht komen en afgevoerd worden. Stoom valt niet tegen te gaan en wordt ook niet geacht tegen te gaan in de trommels, want warme natte lucht geleid warmte beter dan droge lucht.
- Condens; condens vormt zich wanneer stoom terecht komt in een koudere locatie en neerslaat als vocht. Dit zal bij een overgang van processtappen kunnen gebeuren of indien de luchtstroom verzadigd is. Condens is niet wenselijk, maar kan ook op dat punt zelf slecht gestuurd worden. Er kan alleen naar de omgevingstemperatuur gekeken worden om er zo voor te zorgen dat de stoom niet neerslaat.
- Antihecht; antihecht is een ontvetter die ervoor zorgt dat het asfalt zich minder of niet hecht aan de bak van de vrachtwagen. De antihecht die bij de ACH gebruikt wordt is Rapsody 1. Deze wordt verdund tot een verhouding van ongeveer 1:10 dat inhoudt dat per liter water dat in een bak wordt gespoten, 90% bestaat uit water (Orapi Applied Nederland B.V., 2014). Deze parameter is wel te sturen, echter is dit na het productieproces in handen van de chauffeurs. Dit antihecht middel is op natuurlijke basis, dus het schaadt het asfaltmengsel minder dan bijvoorbeeld gasolie.

4.4.2. Meetplan

Om inzicht te krijgen waar gemeten is, is een meetplan opgesteld. Dit plan geeft per processtap de invloeden weer, die nog een wijziging kunnen brengen aan het vochtpercentage van de grondstof. Dit meetplan is weergegeven in Figuur 10. De invloeden die weergegeven zijn in het meetplan, zijn de invloeden die in paragraaf 4.4.1. omschreven zijn. In het meetplan zijn vier driehoeken (twee rode en twee blauwe) getekend om het verloop van het percentage vocht weer te geven in de processtappen. Dit is niet op schaal. Er is gekozen om te meten voor de trommel, aangezien daar de meeste invloeden al plaats hebben gevonden en er bijna geen wijzigingen meer zijn qua vocht in het materiaal.



Figuur 10: Meetplan

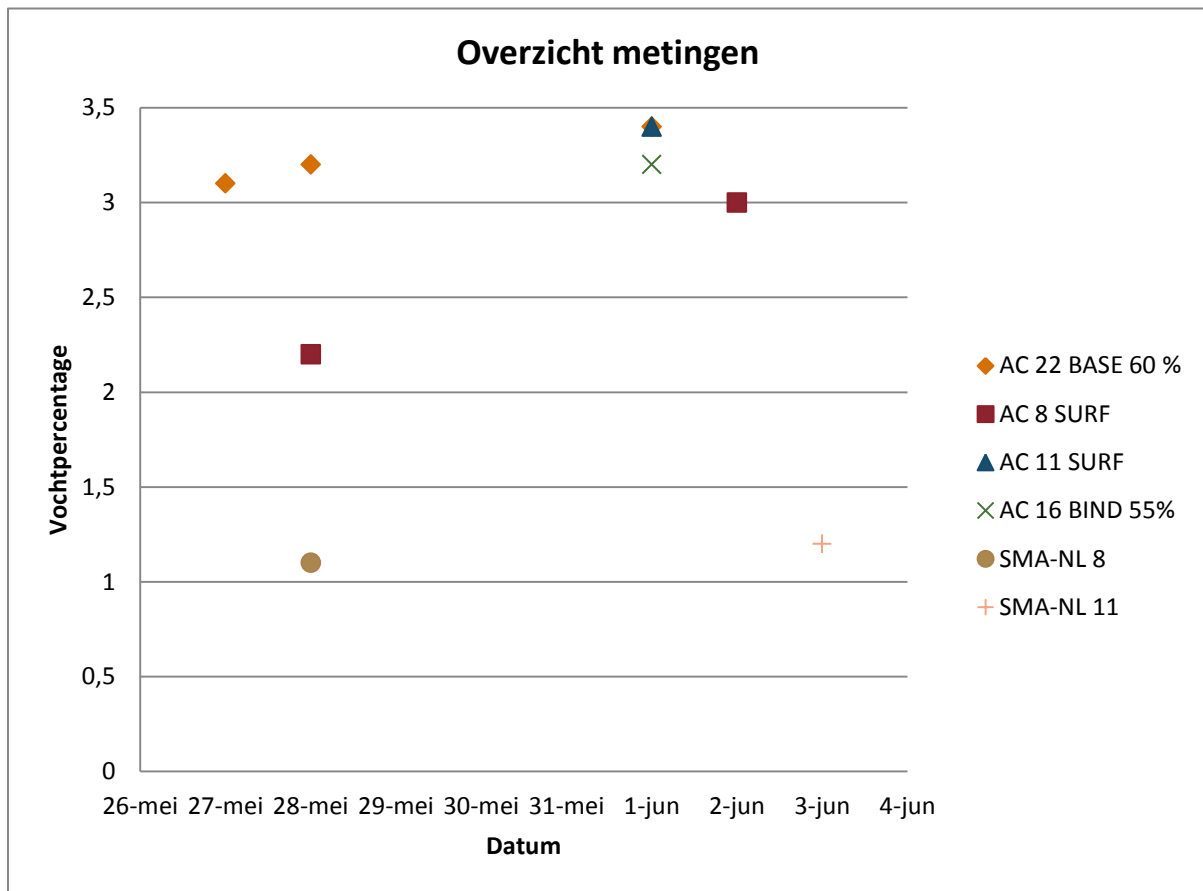
4.5. Metingen

Om inzichtelijk te krijgen wat het effect van verschillende grondstoffen hebben op het mengsel en daarbij hoeveel procent vocht de installatie in gaat zijn er metingen gedaan gedurende een aantal dagen bij verschillende mengsels. De monsters zijn genomen op de lopende band van het zand, de lopende band van de steenslagen en de lopende band van PR. In 2012 zijn er ook vochtmetingen gedaan op verschillende dagen gedurende negen maanden lang, namelijk in de periode van maart-november. De monsters van deze metingen zijn van de lopende band gedaan. Voor het witte materiaal geldt op dat punt dat al het primaire materiaal al is samengevoegd. Het PR-materiaal is ook gemeten op de lopende band waarbij ook de verschillende stromen al zijn samengevoegd. De metingen uit 2012 zijn gedaan door de laboranten, de metingen gedurende de stageperiode zijn uitgevoerd door de student zelf. Allereerst een overzicht van de metingen van 2015. De berekening van het vochtpercentage is te zien in bijlage G. De kleuren in Tabel 5.5 geeft aan dat het om eenzelfde mengsel gaat.

Tabel 5: Overzicht metingen 2015

Datum	Code	Mengsel	% vocht in mengsel
27-mei	122511	AC 22 BASE OL-B 60%	3.1
28-mei	122511	AC 22 BASE OL-B 60%	3.2
28-mei	608751	AC 8 SURF DL-B 40/60 Mor.	2.2
28-mei	808201	SMA-NL 8B DL-B 40/60 Mor.	1.1
1-jun	316151	AC 16 BIND T1-B 55%	3.2
1-jun	122361	AC 22 BASE OL-C 60%	3.4
1-jun	611751	AC 11 SURF DL-B Mor.	3.4
2-jun	608751	AC 8 SURF DL-B 40/60 Mor.	3.0
3-jun	811202	SMA-NL 11B Grau.	1.2
9-jun	316151	AC 16 BIND T1-B 55%	2.9
9-jun	316151	AC 16 BIND T1-B 55%	2.7
10-jun	616751	AC 16 SURF D2	2.7
10-jun	316151	AC 16 BIND T1-B 55%	1.6
10-jun	316151	AC 16 BIND T1-B 55%	1.9
10-jun	322061	AC 22 BIND TL-C 60%	1.8
10-jun	611751	AC 11 SURF DL-B Mor.	2.5
11-jun	316151	AC 16 BIND T1-B 55%	1.8
11-jun	322061	AC 22 BIND TL-C 60%	2.0
11-jun	122411	AC 22 BASE O1-B 60%	1.8
12-jun	616751	AC 16 SURF D2	2.4
12-jun	611751	AC 11 SURF DL-B Mor.	2.6
15-jun	122511	AC 22 BASE OL-B 60%	2.6
15-jun	316151	AC 16 BIND T1-B 55%	2.5
16-jun	611801	AC 11 SURF DL-A Mor.	2.3

Er is op basis van de eerste meetdagen een selectie gemaakt in de mengsels die verder gemeten gingen worden, de eerste metingen zijn weergegeven in figuur 11.



Figuur 11: Overzicht eerste metingen

De mengsels waarvoor gekozen is, zijn op basis van een vochtpercentage hoger dan 3,0%:

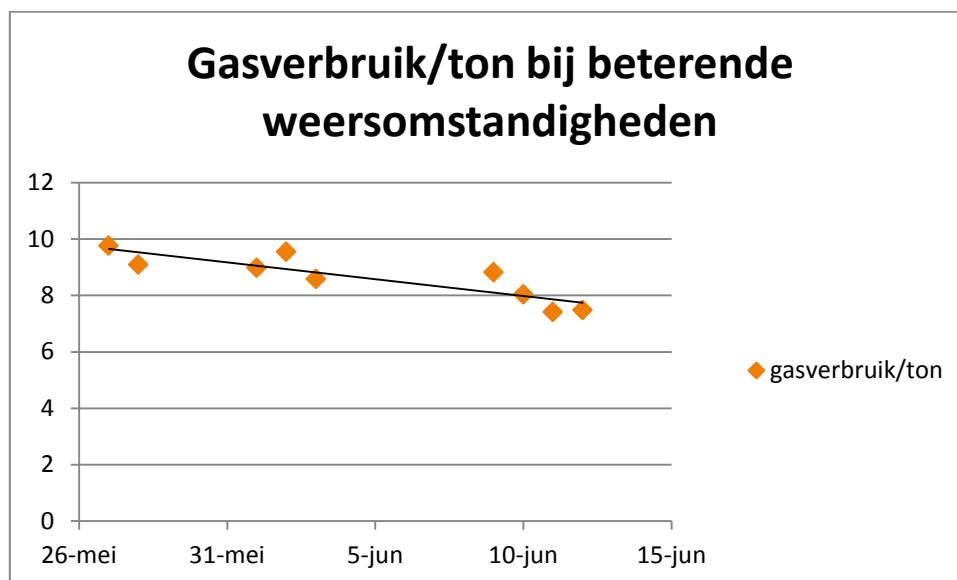
- AC 22 BASE 60%
- AC 16 BIND 55%
- AC 11 SURF

Deze drie mengsels zijn op basis van recepturen en niet afhankelijk van de verkeersintensiteit waar deze voor gemaakt wordt. Een AC 22 BASE OL-A 60% heeft hetzelfde recept als een AC 22 BASE OL-C 60% bijvoorbeeld. Daardoor is het mogelijk om bij mengsels met verschillende specificaties (bijvoorbeeld verkeersintensiteit) toch een vergelijking te maken. Er is gekozen om ook een aantal monsters te gaan nemen van AC 16 SURF, omdat deze lijkt op AC 16 BIND 55%, maar dan zonder PR in het recept. De grootste nadruk zal echter liggen op mengsels met PR, omdat hier alle drie de componenten in zitten (zand, steenslag en PR).

Gemiddeld is het vochtpercentage van de gekozen mengsels uit de metingen van 2015 als volgt:

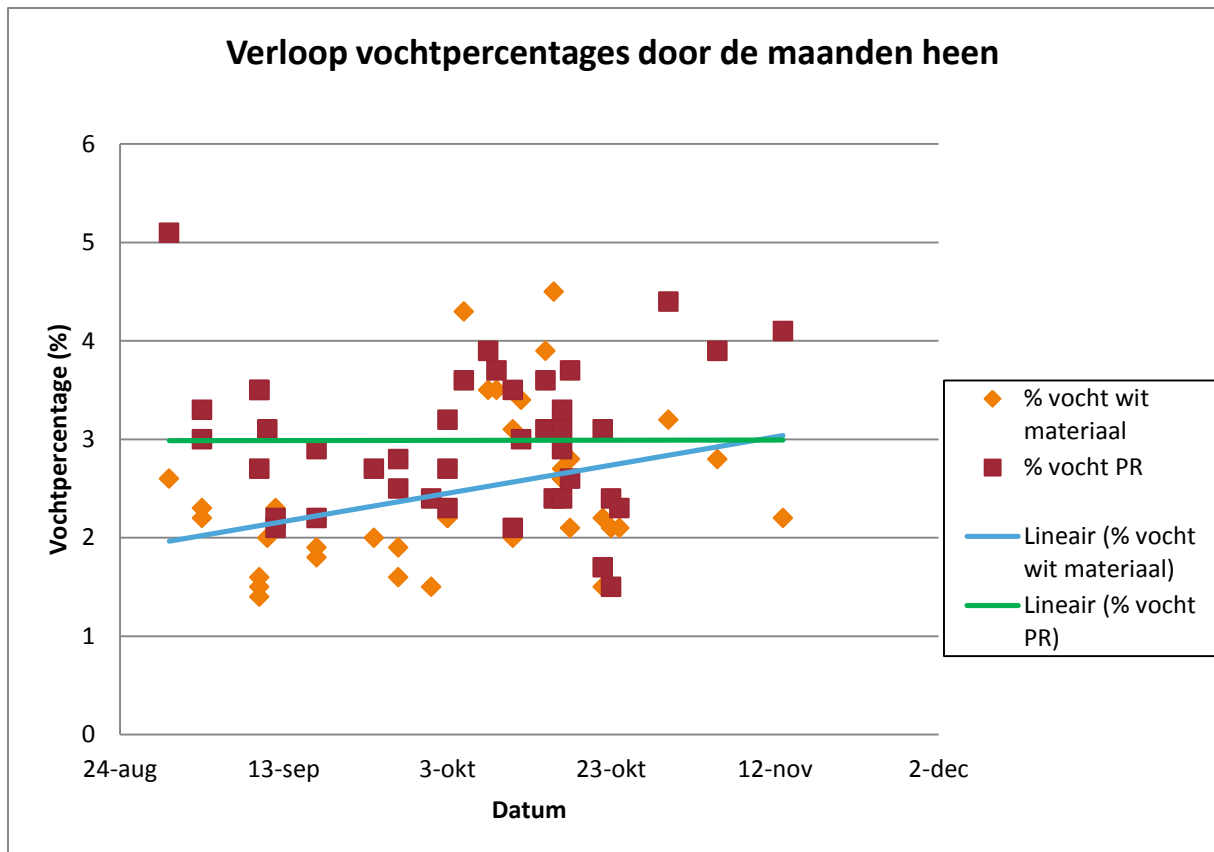
- AC 22 BASE 60% 2,6% vocht in het mengsel
- AC 16 BIND 55% 2,4% vocht in het mengsel
- AC 16 SURF 2,6% vocht in het mengsel
- AC 11 SURF 2,7% vocht in het mengsel

De metingen zijn niet representatief voor een geheel jaar. In de laatste twee meetweken, was de buitentemperatuur regelmatig hoog met uitschieters naar 28°C en 31°C en heeft het weinig tot niet geregend. Hierdoor is het beeld dat is verkregen bij de metingen, anders dan wanneer men kijkt over een geheel jaar en de materialen bevatten nu minder vocht. De gasstanden geven ook deels weer wat de effecten van betere weersomstandigheden zijn en wat het effect is van grotere porties (zie figuur 12). Het is niet inzichtelijk geworden welk gedeelte van de daling door het weer komt en welke daling door de grotere porties komt; beiden spelen een rol.



Figuur 12: Gasverbruik/ton tijdens meetdagen

Om een beter beeld te krijgen van de effecten van vocht over een langere periode is gekeken naar de meetgegevens uit 2012, die door de laboranten verkregen zijn. In 2012 werden de mengsels van AC 16 BIND TL gedraaid met 50% PR. Er is de aanname gemaakt dat de verhouding van toegevoegde primaire grondstoffen gelijk moet zijn om hetzelfde resultaat te verkrijgen met 55% PR. Dus de vochtwaarden voor de primaire grondstoffen zijn rechtstreeks gebruikt.



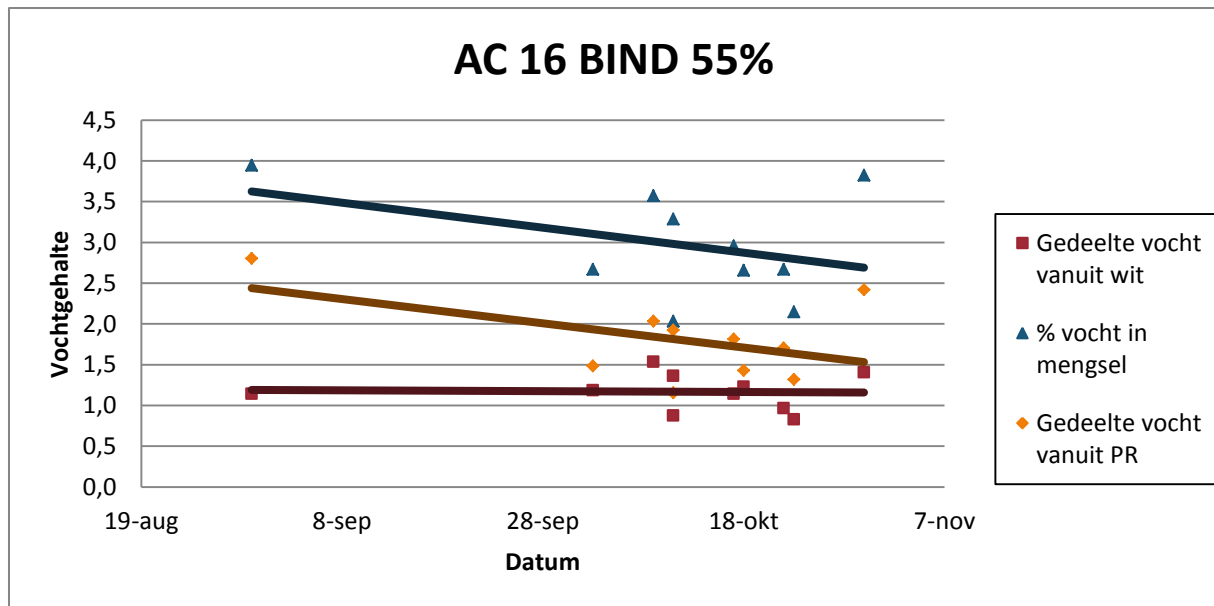
Figuur 13: Vochtmetingen 2012 over een periode van drie maanden (september-november 2012)

In figuur 13 is te zien wat de invloed van weer is op de grondstoffen. De periode van september tot en met november is gekozen omdat in deze maanden zowel metingen gedaan waren voor PR evenals voor het witte materiaal. Door de trendlijnen is te zien dat het vochtpercentage bij PR niet toeneemt, maar dat het vochtpercentage in het witte materiaal beduidend toeneemt naar mate het richting de winterperiode gaat. Dit betekent dat het weer geen invloed heeft op PR als het op een bult ligt in het vak en dat het weer wel invloed heeft op de primaire grondstoffen.

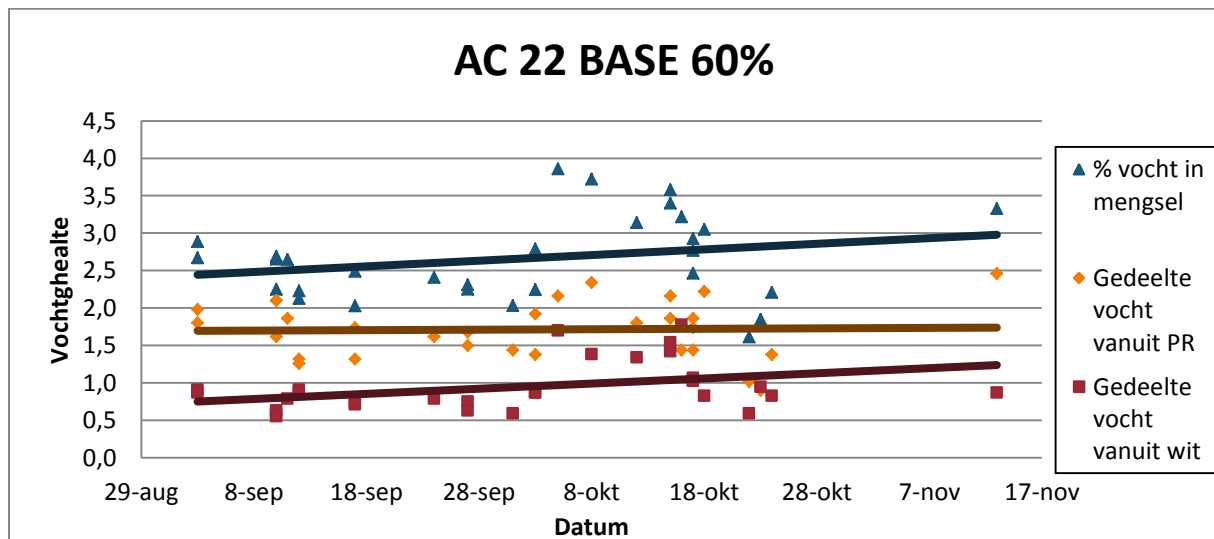
Tabel 6: Overzicht vochtpercentages per materiaalsoort

Datum	Mengsel	% zand	% steen-slag	% PR	% vocht zand	% vocht steenslag	% vocht PR
27-5	AC 22 BASE OL-B 60%	15.12	24.37	60	4.1	0.6	3.9
28-5	AC 22 BASE OL-B 60%	15.12	24.37	60	4.2	1.0	3.9
28-5	AC 8 SURF DL-B 40/60 Mor.	31.85	55.01	0	4.5	1.4	
28-5	SMA-NL 8B DL-B 40/60 Mor.	11.92	77.64	0	3.2	0.9	
1-6	AC 16 BIND T1-B 55%	11.34	32.57	55	4.7	1.5	4.0
1-6	AC 22 BASE OL-C 60%	15.12	24.37	60	4.3	1.3	4.0
1-6	AC 11 SURF DL-B Mor.	35.03	58.11	0	5.4	2.6	
2-6	AC 8 SURF DL-B 40/60 Mor.	31.85	55.01	0	4.6	2.8	
3-6	SMA-NL 11B Grau.	13.15	77.28	0	3.8	1.0	
9-6	AC 16 BIND T1-B 55%	11.34	32.57	55	4.3	1.5	3.5
9-6	AC 16 BIND T1-B 55%	11.34	32.57	55	4.2	1.4	2.7
10-6	AC 16 SURF D2	32.03	61.81	0	4.3	2.2	
10-6	AC 16 BIND T1-B 55%	11.34	32.57	55	4.1	1.1	1.5
10-6	AC 16 BIND T1-B 55%	11.34	32.57	55	4.1	1.1	1.9
10-6	AC 22 BIND TL-C 60%	15.12	24.37	60	4.1	0.7	1.7
10-6	AC 11 SURF DL-B Mor.	35.03	58.11	0	3.6	2.1	
11-6	AC 16 BIND T1-B 55%	11.34	32.57	55	4.0	1.0	2.0
11-6	AC 22 BIND TL-C 60%	15.12	24.37	60	4.0	0.6	2.1
11-6	AC 22 BASE O1-B 60%	15.12	24.37	60	3.8	0.6	1.8
12-6	AC 16 SURF D2	32.03	61.81	0	4.1	1.6	
12-6	AC 11 SURF DL-B Mor.	35.03	58.11	0	4.3	1.9	
15-6	AC 22 BASE OL-B 60%	15.12	24.37	60	3.7	0.7	3.2
15-6	AC 16 BIND T1-B 55%	11.34	32.57	55	3.5	1.0	3.3
16-6	AC 11 SURF DL-A Mor.	35.03	58.11	0	3.5	1.9	

In tabel 6 is te zien dat zand over het algemeen het hoogste percentage vocht heeft bij de metingen van 2015, steenslag heeft de laagste percentages en PR zit er tussen in. Als er echter wordt gekeken naar de verhoudingen waarin de materiaalsoorten voorkomen zit daar beduidend verschil in. In een mengsel waar gerecycled asfalt aan toegevoegd is, komt het grootste gedeelte van het vocht uit PR. Dit komt omdat het asfalmengsel bestaat uit 55% of 60% PR. Zand heeft wel gemiddeld een hoger percentage aan vocht, maar draagt voor maar 10%-20% bij aan het totale vochtgehalte. Dit geldt echter alleen voor asfalmengsels met PR. Bij asfalmengsels zonder PR beslaat het percentage zand een veel groter gedeelte van het mengsel. Figuur 14 en figuur 15 geven de invloed van PR weer over de metingen van 2012.

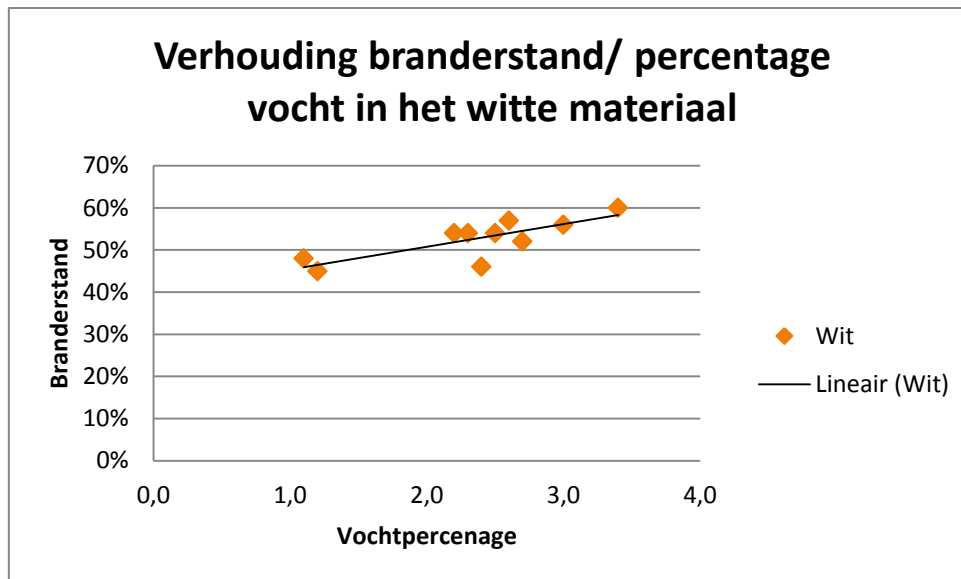


Figuur 14: Invloeden per materiaalsoort voor AC 16 BIND 55%



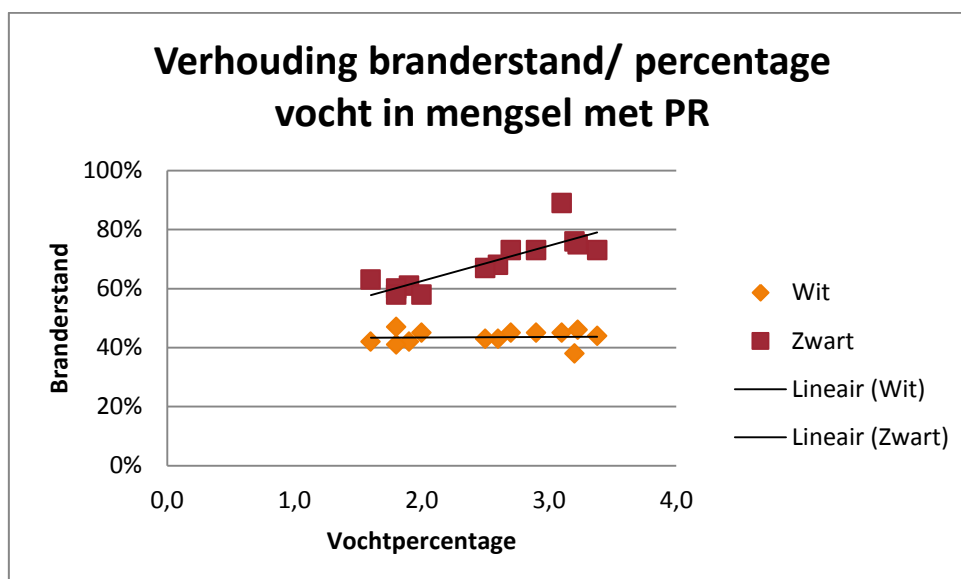
Figuur 15: Invloeden per materiaalsoort voor AC 22 BASE 60%

Uit het onderzoek van Arbeider (2014) is gebleken dat een directe correlatie tussen het gasverbruik en de branderstanden niet direct te vinden is. Hierdoor is er ook voor gekozen om te kijken naar de branderstanden om te zien wat het effect is van een stijgend vochtpercentage op het verbruik. Dit is weergegeven in figuur 16 en figuur 17.



Figuur 16: Verhouding branderstand/ percentage vocht in het witte materiaal

In figuur 16 is te zien dat, naar mate het vochtpercentage in het witte materiaal hoger wordt, de branderstand ook zal toenemen. Het vochtpercentage dat hier genomen is, is het totale vochtgehalte dat in het mengsel zit. In figuur 17 is dezelfde grafiek opgesteld voor mengsels waar ook PR in wordt gebruikt. Hier is voornamelijk te zien dat het vochtpercentage dat zich in de PR bevindt, van invloed is op de branderstand. Zoals in paragraaf 5.4. nader wordt uitgelegd, compenseert het witte materiaal in temperatuur voor het PR-materiaal. Het witte materiaal zal daardoor geen hogere branderstand hebben als er meer vocht in zit, omdat de temperatuur al veel hoger is dan normaal. De variatie in branderstand als gevolg van vocht, is dan te merken in de branderstand van het PR-materiaal.



Figuur 17: Verhouding branderstand/ percentage vocht in mengsel met PR

5. Effecten van vocht

In dit hoofdstuk is gekeken naar de effecten van vocht in het asfaltproductieproces. Er wordt ingegaan op zowel het effect van vocht op bitumen en het effect op het drogen evenals het theoretische gasverbruik.

5.1. Vanuit de medewerkers van de ACH - effecten van vocht

De medewerkers van de ACH zijn het met elkaar eens als het gaat over de werking van vocht op bitumen. De werking van bitumen als hechtmiddel is minder als er vocht in de buurt van het aggregaat is. De bitumen kunnen zich niet goed aan de aggregaten hechten als er een laagje water omheen zit. Vocht zorgt in het mengproces voor een mindere hechting van de bitumen en als het asfalt verwerkt is, ontstaat het 'stripping-effect'. Hier zie je stukje bij beetje dat water of ijs zich tussen het aggregaat en bitumen in wrikt met als resultaat een kaal aggregaat. Als er verder gevraagd wordt, naar de kwaliteit van asfalt en hoe dat te bepalen is, dan wordt het al een lastigere vraag. Er wordt vanuit gegaan dat alle mengsels gemaakt worden zoals in de typetesten bepaald is en dat de kwaliteit dus altijd binnen de marges van de functionele eisen vallen. Het asfalt kan beoordeeld worden middels extractie van het asfalt, maar een vaste parameter voor het bepalen van de kwaliteit van asfalt is er niet. De precieze effecten van water op de kwaliteit van asfalt wordt geschat op een lastigere verwerking en een minder langere levensduur, maar dit is niet bewezen.

Binnen de installatie op de ACH zijn de effecten van vocht te zien door een hoge branderstand van zowel de witte als de zwarte trommel, zelfs tot het maximum. Verder is het vermoeden dat de rookpluim uit de schoorsteen meer/minder naar mate er meer/minder vocht in zit. De onderdruk in de trommel zal lastiger te handhaven zijn als er veel vocht in het systeem zit en zal er veel stoom in beide trommels zitten (en eruit stromen). Als laatste zou het heel goed kunnen dat PR niet compleet droog uit de trommel komt. Het vocht werkt temperatuur verlagend, energievretend en zal volgens de bedrijfsleider het gedrag van mineralen in de trommel veranderen. Verder is er het effect dat de zwarte paralleltrommel niet kan draaien zonder dat de witte trommel aan staat om aan de gewenste eindtemperatuur te komen voor het hete asfalt (150-160°C)

5.2. Vanuit de externe asfaltexperts - effecten van vocht

Het effect van vocht op bitumen bij het mengen van asfalt zijn verschillend. Er vinden stoomexplosies plaats bij het toevoegen van koud PR-materiaal en er ontstaat stoomvorming. Het amperage van de menger is lager, doordat het mengsel viskeuzer is en water settelt zich in de holle ruimte van het steen waardoor de hechting van bitumen aan de steen slechter is. Bij het verwerken van het asfaltmengsel is ook te merken dat het mengsel viskeuzer is. Er ontstaat een modderstructuur en de verdichting wordt lastiger gehaald. Stoom is in volume vele malen groter dan water en dat is te zien; nadat de wals over het asfalt heen is gegaan, komt het asfalt weer een stukje omhoog volgens Ooms Civiel. Mengsels zonder PR ontmengen meer dan mengsels met PR. Met PR is het een homogener mengsel. Als er gekeken wordt naar de fase waarin de weg in gebruik is, is verkeer duidelijk

van belang. Verkeer 'masseert' als het ware dagelijks de weg. Op geasfalteerde stukken waar geen verkeer is, ontstaan er scheuren en rafeling door klimaat alleen. Op lange termijn (5-15 jaar) treedt het stripping-effect op, maar het precieze effect op lange termijn is lastig te bepalen. Asfalt blijft ook altijd 'werken'; de bovenkant van het asfalt kan op een zonnige dag 60 °C worden. Oftewel, vocht werkt levensduur verkortend. Het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt is slecht of verslechterend. Stabiliteit/vermoeiing en samenhang worden verminderd door het stripping-effect. Er is een test genaamd de watergevoeligheidstest, of ITSr. Bij deze proef wordt een Marshall proefstuk onder en boven water gemeten op treksterkte. ITSr zet men op het verkeerde been. Je vergelijkt een proefstuk met zichzelf in plaats van met een 'normaal/gemiddeld' proefstuk. Het is lastig te bepalen/bewijzen wat het exacte effect is van vocht op de kwaliteit door de vele invloeden waaraan het asfalt onderhevig is.

Om kwaliteit te bepalen zijn er verschillende methoden die aangewezen worden door de experts. De laborant van Reef geeft aan dat blokjes maken van door de molen gedraaid asfalt en het beproeven van deze blokjes een indicatie geeft of de molen op de juiste weg zit. Dit in combinatie met de typetesten. De directeur van het AKC geeft aan dat een draagkrachtmeting een goede indicatie is voor de kwaliteit van asfalt. De draagkrachtmeting wordt gedaan op de gehele asfaltconstructie of op de onderlaag in combinatie met de tussenlaag. Deze meting wordt gedaan om te kijken of de constructie zo voldoet of dat er een extra tussenlaag toegevoegd moet worden. Asfalt neemt eerst toe in sterkte alvorens het na een aantal jaar weer afneemt. Als de sterkte van het asfalt al afneemt na één jaar, dan is het volgens de directeur van het AKC tijd om zenuwachtig te worden. Volgens Ooms Civiel is kwaliteit het beste te bepalen door de samenstelling in combinatie met verdichting en laagdikte te bepalen. De levensduur van een weg wordt verlengd totdat er budget is voor een compleet nieuwe weg of om grotendeels van de weg te vervangen.

Als er gekeken wordt naar het effect van vocht op PR dan is men van mening dat vocht er gemakkelijk in trekt, maar er relatief lastig weer uit komt. De directeur van het AKC is van mening dat vocht een positief effect heeft op PR. PR heeft zich immers op de weg al bewezen zich goed te kunnen weren tegen de effecten van verkeer en klimaat. Als dit niet zo was, dan was het in een laadbak gegooid en afgevoerd, want dan was er weinig meer van over. Ooms Civiel is ook van mening dat vocht niks met PR doet, want het heeft zich, zoals de directeur van het AKC zei, al bewezen in de weg. De bitumen hebben zich goed weten te hechten voor een langere periode. Als men snel met de frees door het asfalt gaat, dan ontstaan er schollen die niet direct te verwerken zijn in de asfaltcentrale en dienen deze schollen eerst nog gebroken te worden. Als er rustig gefreesd wordt, dan ontstaan er kleine stukjes. Gebroken PR heeft als voordeel dat het homogener is dan gefreesd PR en je kunt het aan bijna elk mengsel toevoegen. Qua vocht maakt het eigenlijk niet uit of het gefreesd of gebroken wordt. Als het gebroken wordt, dampst er nog een beetje water uit en wordt er alleen water toegevoegd ter bescherming van de beitels. De bedrijfsleider van de ACH

voegde toe dat het bij breekasfalt wel van belang is of het wel/niet ten tijde van regen gebroken wordt. Bij breken in de regen kunnen de vochtpercentages oplopen tot 8% in PR.

Tabel 7: Resultaten rolling-bottle test

5.3. Vocht versus bitumen

Om een indicatie te krijgen van wat het effect van (rest)vocht is op het asfaltmengsel kan, volgens de interviewers, een rolling-bottle test gedaan worden. Als stoom wordt toegevoegd aan bitumen dan kan schuimbitumen gecreëerd worden. In dit verslag zal niet nader worden ingegaan op schuimbitumen, aangezien dit niet wordt gebruikt bij de ACH. De rolling-bottle test geeft de invloed van water en slijtage weer op een stukje steen omhult met bitumen (NEN-EN 12697).

De rolling-bottle test, is letterlijk een glazen fles gevuld met bitumen omhulde steenslag waar een dop op zit met een rietje eraan

vast. Het rietje zorgt ervoor dat de stenen niet aan elkaar gaan kleven, zoals dat in asfalt gebeurt. Het flesje wordt in het apparaat gelegd en draait dan voor 6 uur, 6+6 uur en 6+6+24 uur. Na elke periode wordt bekeken welk monster (steenslag in combinatie met bitumen) het beste heeft gereageerd. In 2012 is er door de laboranten een onderzoek gedaan naar verschillende steenslagen met verschillende 70/100 bitumen. De bitumen werden geleverd door drie verschillende leveranciers, namelijk: Total, Nynas en Shell. De verschillende gebruikte steenslagen zijn Rhyolith, Graziet, Porfier en Morene. In tabel 7 staan de resultaten van de test, die blind is gedaan. Om een idee te krijgen hoe de stenen omhult met bitumen eruit zien na de test, zijn in figuur 18 de eindresultaten van één steensoort met één soort bitumen gegeven. De bitumen zijn er stukje bij beetje vanaf gesleten en afhankelijk van de combinatie steenslag met bitumen, is dit bij de ene combinatie meer gebeurd dan bij de andere.

Soort materiaal	Beste na 6 uur	Beste na 6 +6 uur	Beste na 6+6+24 uur
Rhyolith	5a	5b	5c
	5d	5e	5f
	5g	5h	5i
Graziet	6a	6b	6c
	6d	6e	6f
	6g	6h	6i
Porfier	7a	7b	7c
	7d	7e	7f
	7g	7h	7i
Morene	8a	8b	8c
	8d	8e	8f
	8g	8h	8i



Figuur 18: Resultaat Morene van de rolling-bottle test

5.4. Effect van vocht op het droogproces

In deze paragraaf wordt ingegaan op de effecten van vocht op het droogproces en het theoretisch gasverbruik, waar eigenlijk aan voldoen dient te worden.

5.4.1. Droogtemperaturen die benodigd zijn bij het gebruik van PR

In de installatie bij de ACH wordt gebruik gemaakt van een paralleltrommel met een brander die met de stroom mee is gericht. Doordat er contact is tussen PR en de brander kan de temperatuur niet al te hoog opgestookt worden, aangezien de bitumen dan verbranden. Een tweede punt bij PR is dat bij een te hoog vochtpercentage het PR-materiaal niet warm genoeg te krijgen is. Om een beeld te krijgen van de minimale temperaturen van het witte materiaal die nodig om voor de lagere temperatuur van PR te compenseren, is tabel 8 opgesteld. Bij het berekenen van deze temperaturen is uitgegaan van een eindtemperatuur voor het gereed product van 160°C.

Tabel 8: Compensatie temperatuur witte materiaal bij gebruik PR

Temperatuur bitumen (°C)	Temperatuur vulstof (°C)	Temperatuur PR (°C)	Temperatuur witte materiaal (°C) AC 22 BASE 60%	Temperatuur witte materiaal (°C) AC 16 BIND 55%
168	10	90	275	258
168	10	95	267	251
168	10	100	259	245
168	10	105	251	238
168	10	110	243	232
168	10	115	235	225
168	10	120	227	218
168	10	125	219	212
168	10	130	211	205

Het getal 168°C is de gemiddelde temperatuur die bitumentank 1 en 2 hebben gehad in het jaar 2012. De vulstof heeft 10°C als begin temperatuur zoals Arbeider (2014) deze temperatuur als begintemperatuur voor de materialen heeft gebruikt bij het berekenen van het theoretisch gasverbruik.

5.4.2. Theoretisch gasverbruik

Onder theoretisch gasverbruik wordt het gasverbruik dat in theorie benodigd is om een asfaltmengsel te creëren dat op een temperatuur uitkomt van 160°C voor het gereed product verstaan. Dit theoretische gasverbruik is berekend met verschillende formules uit de thermodynamica en dezelfde formules zijn gebruikt door Arbeider (2014).

$$Q = m * c * (T_e - T_b) \quad (1)$$

In deze formule zijn de volgende afkortingen gebruikt:

- Q: benodigde energie in J
- m: massa te verwarmen stof in kg
- c: specifieke warmtecapaciteit in J/kg°C
- T_e: eindtemperatuur stof in °C
- T_b: begintemperatuur stof in °C

Met formule 2 kan de benodigde energie omgerekend worden in m³ gas benodigd.

$$V_{gas} = \frac{Q}{H_b} \quad (2)$$

Met in deze formule:

- V_{gas}: benodigde hoeveelheid gas in m³
- Q: benodigde energie in MJ
- H_b: stookwaarde aardgas in MJ/m³

Arbeider (2014) heeft verschillende aannamen gemaakt bij het berekenen van het mengsel en de volgende data zijn gebruikt (Harder, zoals geciteerd in Arbeider, 2014):

Aandeel mineralen asfaltmengsel:	90%
Begintemperatuur mineraal:	10°C
Percentage vulstof niet verwarmd	3%
Specifieke warmtecapaciteit mineraal:	837 J/kg°C
Specifieke warmtecapaciteit water:	4185 J/kg°C
Verdampingswarmte water:	2256000 J/kg

Om een asfaltspecie te mengen met een eindtemperatuur van 160 °C met een gewicht van 1000 kg is het volgende energieverbruik nodig.

$$Q_{mineralen} = 90\% * 1000 \text{ kg} * 837 \text{ J/kg°C} * (160^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 112995000 \text{ J} = 112,995 \text{ MJ}$$

Dit komt met behulp van formule (2) neer op een gasverbruik per ton van 3,21 m³/ton productie. In werkelijkheid zal het gasverbruik hoger zijn doordat niet al het gas even efficiënt gebruikt kan en zal worden.

Om een indicatie te krijgen van het effect van water is dezelfde formule gebruikt. Er wordt dan een extra parameter toegevoegd voor de verdampingswarmte van het water. Deze verdampingswarmte heeft een waarde van 2,256 MJ/kg. 90% van het mengsel is mineralen, maar van deze 90% zal 3% na de trommel wegvallen als vulstof en die 3% bevat in de aanname van Arbeider(2014) geen vocht.

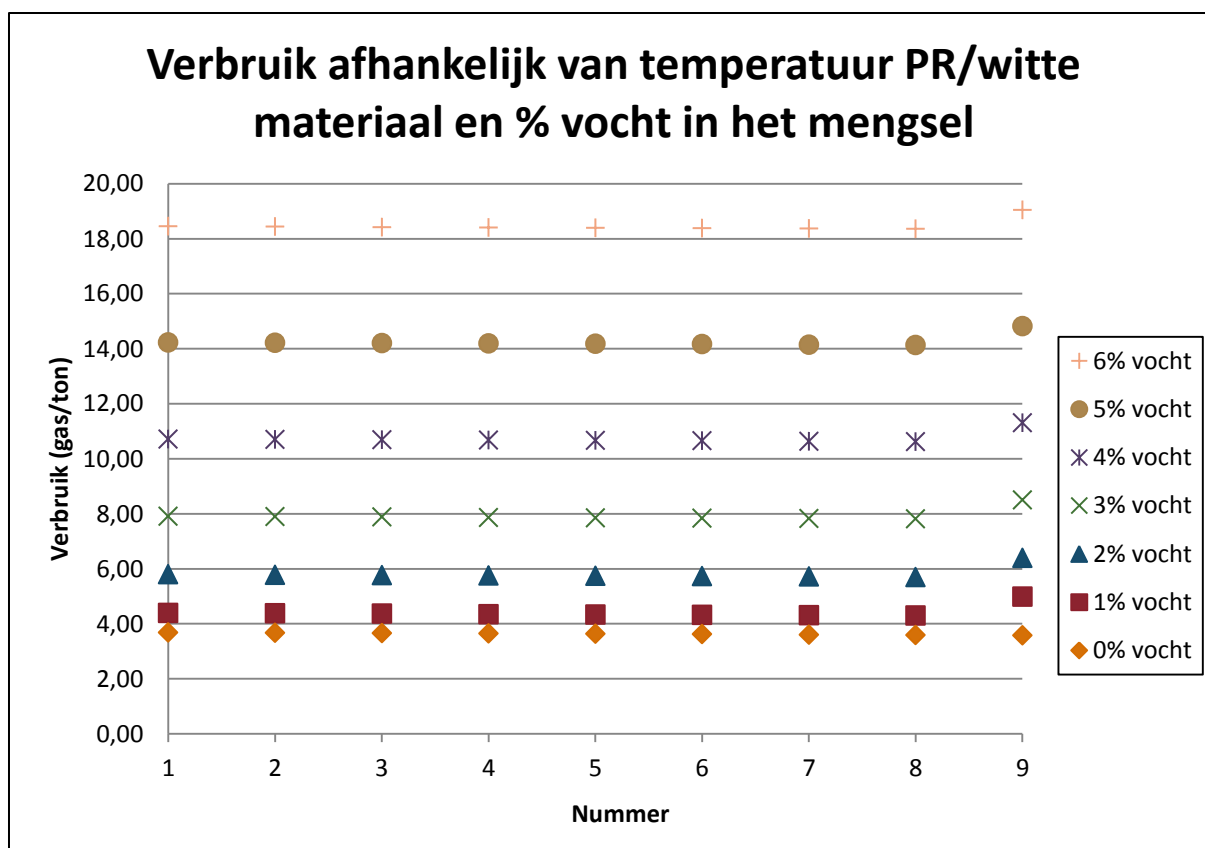
$$Q_{water} = \frac{\% \text{ vocht}}{(100\% \text{ mineralen} - 3\% \text{ vulstof zonder water})} * 90\% * 1000 \text{ kg} * ((100^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}) * 4185 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C} + 2256000 \text{ J/kg})$$

Als er vanuit wordt gegaan dat een mengsel bestaat uit alleen maar primaire materialen en er dus geen compensatie optreedt als gevolg van vocht, dan is in tabel 9 te zien wat dit aan energie (%) kost. Elke stijging van 1% aan vocht zorgt voor een extra verbruik van 0,7 m³ gas/ton.

Tabel 9: Indicatie gas verstoekt aan water

Vocht-percentage	Qtotaal	m ³ gas verbruikt	m ³ aan water	% gas aan water verstoekt
0%	112995000	3,21	0	0%
1%	137421649	3,91	0,69	18%
2%	161848299	4,60	1,39	30%
3%	186274948	5,30	2,08	39%
4%	210701598	5,99	2,78	46%
5%	235128247	6,69	3,47	52%
6%	259554897	7,38	4,17	56%
7%	283981546	8,07	4,86	60%
8%	308408196	8,77	5,56	63%
9%	332834845	9,46	6,25	66%
10%	357261495	10,16	6,95	68%

Vocht heeft het effect dat het de temperatuur van de desbetreffende stof naar beneden brengt. Als gekeken wordt naar de effecten vocht in combinatie met compenserende temperaturen, dan is figuur 19 het resultaat.



Figuur 19: Verbruik met inachtneming van de compensatie temperaturen

Het nummer op de x-as van figuur 19 geeft de voorwaarde aan qua temperaturen zoals te zien in tabel 10. Er wordt bij het stoken van het mengsel van uitgegaan dat ondanks dat PR de 100°C niet bereikt, het water wel verstoekt moet worden en dus ook wordt verstoekt. Hetzij door zelf de temperatuur van 100°C te bereiken of door middel van het witte materiaal hoger op te stoken om te compenseren. Uit de grafiek is op te maken dat voorwaarde 8 het meest positieve effect heeft op het verbruik van gas/ton. Deze is economisch het meest voordelig, gezien PR niet tot 160°C wordt gestookt in de installatie van de ACH.

Tabel 10: Voorwaarden figuur 19

X-as nummer & voorwaarde	
1 = PR 90°C	Wit 275°C
2 = PR 95°C	Wit 267°C
3 = PR 100°C	Wit 259°C
4 = PR 105°C	Wit 251°C
5 = PR 110°C	Wit 243°C
6 = PR 115°C	Wit 235°C
7 = PR 120°C	Wit 227°C
8 = PR 125°C	Wit 219°C
9 = PR 130°C	Wit 211°C

6. Vochtreductie

In dit laatste hoofdstuk zullen de opties worden besproken die uit de interviews naar voren komen en waar aan de hand van de resultaten van de metingen het meeste verschil mee geboekt zou kunnen worden.

6.1. Vanuit de medewerkers van de ACH - vochtreductie

Om van het vocht in de installatie af te komen, zijn er verschillende opties geopperd. De meest voorkomende optie is het gedeeltelijk (bijv. de twee trechters afdekken als ze buiten gebruik zijn of de lopende band) of geheel overkappen van het terrein. De voordelen van het geheel overkappen van het terrein is een afname van stank en geluidsoverlast voor de omgeving evenals een vermindering van het effect van het weer. Een ander veelvoorkomende optie was het droog/droger aanleveren van de grondstoffen vanuit de leveranciers. Er moet dan echter wel een afspraak over worden gemaakt in het contract. Andere geopperde opties zijn: warme lucht in de PR ladder als voorverwarming (wel opletten met verkleving), een warmte terug win installatie, een beter afwateringssysteem, extra energiebron(nen) toevoegen, een dynamische trommel en het verwarmen van de buizen.

Als het gaat om eisen stellen aan de leveranciers dan wordt er gedacht aan betalen voor wat er is geleverd, sancties voor de leveranciers als niet aan het maximum gesteld vochtpercentage wordt voldaan (je kunt het immers niet terug sturen) en droge opslag bij de leveranciers. Er kan gestuurd worden naar het niet gebruiken van extreem nat materiaal of het wegscheppen van water van de bulten.

6.2. Vanuit de externe asfaltexperts - vochtreductie

Om vocht te minimaliseren in de installatie kan gekozen worden om het materiaal te overdekken, aanpassingen te maken met frezen (minder vocht door vrachtwagens te sluiten in plaats van met kleppen open te rijden) en met mooi weer de brokken PR breken. Er kan ook worden gekeken om vocht in het gereed product te reduceren middels een vochtvreter als cement toe te voegen of een vulstof met een vochtvreter er in. Vocht wordt tegenwoordig ook steeds meer gebruikt op een positieve manier, bijvoorbeeld in LT-asfalt. Daarbij wordt water geïntroduceerd in de holle ruimte voor het mengen en verwerken. Dit vocht wordt later als het ware 'opgegeten' door een vochtvreter om de negatieve effecten te elimineren.

6.3. Opties en effecten

In de interviews zijn verschillende opties geopperd ter uitwerking. Het aanleveren van materiaal met een lager vochtpercentage is verwerkt in de opties voor overkapping voor PR en zand. De gebruikte percentages, moeten wel in de opslag komen, wil het effect hebben. De contracten voor de huidige bouwstoffen zijn al afgesloten, waardoor er volgend jaar pas gekeken kan worden naar extra contractuele eisen met betrekking tot vocht. Echter zal een meer dan redelijk percentage haast niet geëist kunnen worden (denk hierbij aan 5%). Bij PR

is dit al vermeld in het contract (5%). Afwatering is lastig tot niet realiseerbaar gezien de vakken te allen tijde vol liggen. Verder is er geen onderzoek naar de afwatering gedaan, mede door de droge periode ten tijde van het meten.

De opties die uitgewerkt worden zijn als volgt:

- Overkapping PR
- Overkapping zand
- Vochtmeten en werkwijze

6.3.1. Overkapping PR

Als er wordt gekeken naar de data van 2013 tot mei 2015 bevat PR 5,3% vocht als het binnenkomt. Met dit vochtpercentage voor PR samen met de andere percentages vocht in de andere materialen zorgde dit in 2014 voor een bedrag van €76385,-, dat verstookt is aan water. Als er een PR overkapping gebouwd wordt, mag deze afgeschreven worden over een periode van tien jaar. Er zijn drie scenario's bedacht: laag, middel en hoog voor drie totaalproducties: 135.000 ton, 175.000 ton en 235.000 ton. Dit zijn drie totaalproducties die door de ACH gedraaid zijn in de afgelopen jaren, waarbij 235.000 ton een topprestatie is en 135.000 ton een minder jaar is geweest. 175.000 ton is een gemiddeld productietotaal. In de huidige situatie zal men het volgende per jaar kwijt zijn aan het verstoken van water op basis van de top 20 mengsels:

Jaarproductie van 135.000 ton	€ 76.385,-
Jaarproductie van 175.000 ton	€ 99.018,-
Jaarproductie van 235.000 ton	€132.967,-

Tot de scenario's laag, middel en hoog behoren de vochtpercentages van 4,0%, 3,0% en 2,0% die PR bevat bij binnenkomst. Deze vochtpercentages zijn allen haalbaar, zeker als PR gebroken wordt. Door PR in een droge, overdekte ruimte te breken, zal een laag vochtpercentage behaald kunnen worden. Dit kan doordat brokken grof zijn en minder omhullend vocht zullen bevatten. De bedragen die bepaald zijn, zijn de besparing die deze overkapping oplevert ten opzichte van de huidige situatie (op basis van de top 20 mengsels uit 2014), zie tabel 11.

Tabel 11: Besparing mogelijk door PR-overkapping

Vochtpercentage\productietotaal	135.000 ton	175.000 ton	235.000 ton
- 1,3 % vocht (4,0%) laag	€11.525,-	€14.940,-	€20.062,-
- 2,3 % vocht (3,0%) middel	€22.364,-	€28.991,-	€38.931,-
- 3,3 % vocht (2,0%) hoog	€31.911,-	€41.367,-	€55.550,-

Voor de belastingdienst geldt een afschrijvingstermijn van 10 jaar, oftewel 10% per jaar (Belastingdienst, 2015). Het komt er op neer dat de overkapping ruim €115.000,- mag kosten als er een slecht productiejaar is en je maar weinig kan besparen, maar als je veel kan besparen en een goed productiejaar hebt, dan kan een overkapping wel een half miljoen

kosten. Het is realistischer om uit te gaan van een gemiddeld jaar en een vochtpercentage van 3,0%, deze is dan ook blauw gemarkeerd. Dan komt men uit op de gemiddelde meting van het vochtpercentage van PR uit 2012. Er zal met betrekking tot het aanvullen van PR geen probleem zijn, dit wordt gedaan met de shovel en per as.

6.3.2. Overkapping zand

Dezelfde berekening als voor de PR-overkapping is gemaakt voor het maken van een overkapping voor zand. Op basis van het aanpassen van de vochtpercentages van zand (fijnzand, grofzand en brekerzand) naar 4,0%, 3,0% en 2,0% is gekeken naar de besparing die het kan opleveren. Het vochtgehalte in het zand bij binnenkomst is 4,2% voor fijnzand, 2,6% voor grofzand en 4,5% voor brekerzand. Er is ervoor gekozen om grofzand te laten zoals deze is, behalve als het vochtpercentage in zand 2% wordt. De overkapping levert een besparing op zoals deze te zien is in tabel 12. Het meeste realistische scenario is hetzelfde als bij PR en blauw gemarkeerd.

Tabel 12: Besparing als gevolg van een overkapping voor zand

Vochtpercentage\productietotaal	135.000 ton	175.000 ton	235.000 ton
4,0 % vocht laag	€1.495,-	€1.939,-	€2.604,-
3,0 % vocht middel	€4.125,-	€5.348,-	€7.181,-
2,0 % vocht hoog	€7.558,-	€9.798,-	€13.157,-

De besparing die deze overkapping oplevert is minimaal als men kijkt naar de verschillende scenario's. Er is minder invloed van het weer op de zandsoorten, maar dit maakt gezien de besparingen weinig significante verschillen. Daarnaast wordt het zand aangevuld per as en met de draadkraan en zal het met een overkapping onmogelijk worden deze werkwijze met de draadkraan te handhaven. Als uitgegaan wordt van hetzelfde scenario als bij PR, dan kan de overkapping maximaal ruim €53.000,- gaan kosten. Dit weegt niet op tegen de kosten van de te bouwen overkapping in de huidige situatie.

6.3.3. Vochtmeten en werkwijze

Om beter te kunnen sturen op het vochtpercentage is het van belang om direct feedback te sturen naar de menger bij het mengen. Om dit te bewerkstelligen kan er gebruik gemaakt worden van een vochtmeter. De vochtmeter dient geïnstalleerd te zijn bij voornamelijk PR en bij de lopende banden. Doordat de menger direct feedback krijgt over het vochtpercentage, kan hij ook zien wat de maximale capaciteit (m.b.t. vocht) is bij een natte partij. Ook kan er vanuit de machinisten gerichter te werk gegaan worden, om een zo constant mogelijk vochtpercentage te houden. Het effect van de vochtmeter is dan ook het efficiënter krijgen van werkwijzen van het voeden van PR en het beter kunnen monitoren van de installatie met betrekking tot vocht.

7. Conclusie

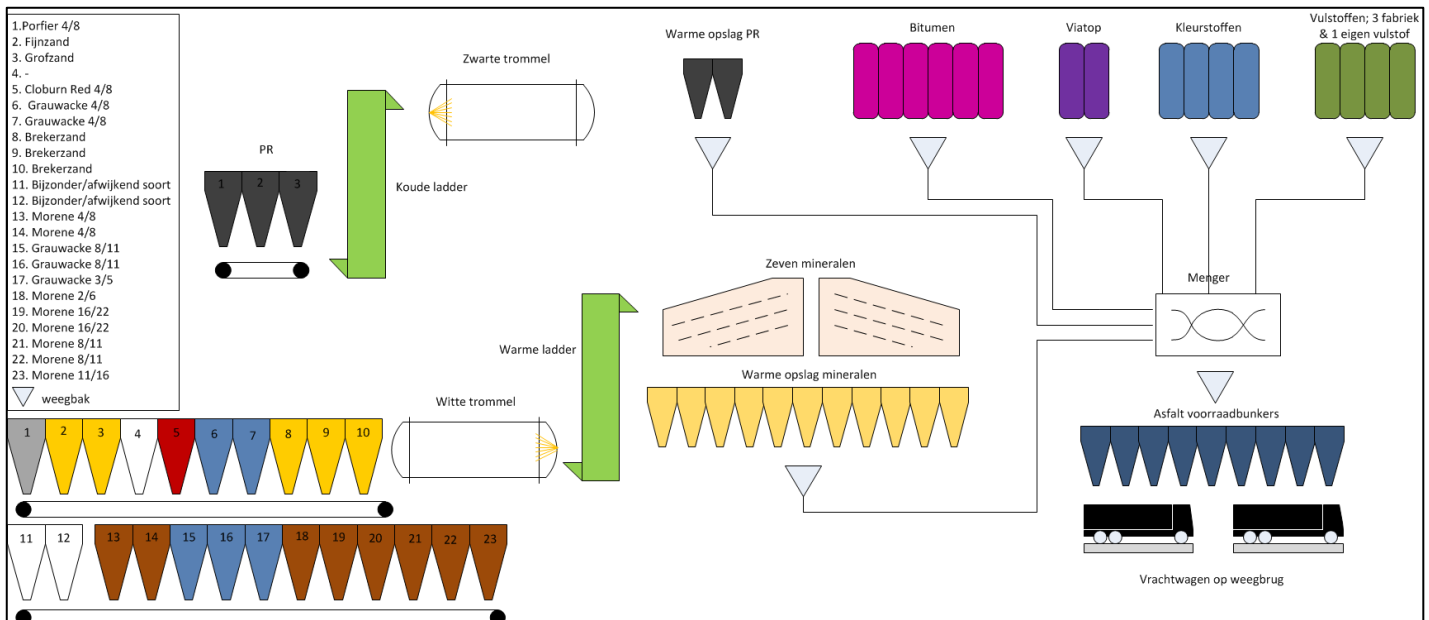
Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn hieronder de deelconclusies van elk hoofdstuk gegeven. De te beantwoorden hoofdvraag luidt als volgt:

“Wat is de invloed van vocht in het asfaltproductieproces en hoe kan deze invloed van vocht gestuurd of beperkt worden?”

Vocht heeft een nadelige invloed op het asfaltproductieproces. Door de aanwezigheid van vocht wordt er veel meer gas verbruikt om tot hetzelfde gewenste resultaat te komen en zal de levensduur van het asfalt verslechteren door vocht. De invloed van vocht kan het beste worden beperkt door een overkapping voor PR te bouwen en de invloed van vocht kan het beste worden gestuurd door vochtmeters te plaatsen. Met behulp van deze vochtmeters wordt het asfaltproductieproces beter bestuurbaar en kunnen de machinisten beter aangestuurd worden.

Asfaltproductieproces

Bij de productie van asfalt wordt gebruik gemaakt van de volgende bouwstoffen: aggregaten, bitumen, vulstoffen, additieven en PR. Deze bouwstoffen worden volgens figuur 20 en op basis van receptuur met elkaar vermengd tot een asfaltmengsel. De geproduceerde asfaltmengsels zijn allemaal op basis van type testen en geven de minimale eisen weer waaraan het mengsel voldoet. De bouwstoffen die gebruikt worden bij de ACH komen van verschillende locaties in Europa.



Figuur 20: Installatie ACH

Vocht en vochtintrede

Er worden twee soorten vocht onderscheiden inert en extern vocht. Inert vocht is opgesloten in de bouwstof en gaat er lastig uit en extern vocht is vocht dat om de bouwstof heen hangt als het ware. Een acceptabel vochtpercentage gezien vanuit de medewerkers van de ACH ligt tussen de 3% en 4,5%. Daarbij komt dat 0,0% vocht niet gewenst is, want warme natte lucht zorgt voor een betere warmteoverdracht dan warme droge lucht. Op basis van de metingen die gedaan worden bij binnenkomst van de bouwstoffen, kan vastgesteld worden dat hoe groter het materiaal is (in diameter), des te minder vocht erin en eromheen zit. In 2014 is de ACH, op basis van de recepturen en het percentage vocht bij binnenkomst voor de top 20 mengsels, €76385,- kwijt aan het verstoken van vocht in de installatie. Dit komt neer op €0,714 per ton, of 22% van de gebudgetteerde stookkosten.

Vochtmetingen

Uit de interviews is naar voren gekomen dat de meest voorkomende methode om vocht te meten nat-droog meten is met behulp van een droogstoof, brander of magnetron. Uit de metingen bij binnenkomst van de materialen blijkt dat bij zand en PR het meeste van belang is hoeveel procent vocht er in zit. Om te kunnen sturen vanuit de molen is een continu meting gewenst, indien dit niet het geval is, dan voldoet het om één keer per dag te meten door de minimale variatie. Tijdens het meten is er gebruik gemaakt van de meet methode volgens de NEN-EN 12697-27 en zijn de factoren met de meeste invloed vocht bij binnenkomst en hemelwater. Er is gemeten op de meest effectieve plek volgens het meetplan; de lopende band.

Op basis van de eerste metingen is er gekozen om mengsel met een vochtpercentage hoger dan 3,0% verder te gaan meten. Dit zijn de volgende mengsels: AC 22 BASE 60%, AC 16 BIND 55% en AC 11 SURF. Om een vergelijking te kunnen maken met een mengsel dat geen PR bevat versus eentje die wel PR bevat is gekozen om AC 16 SURF ook verder te meten. In de loop van de meetdagen is het prachtig weer geweest met temperaturen van 28°C hoger en zonder regen. Dit zorgt dan ook voor een significante daling van het gasverbruik/ton geproduceerd asfalt. Een ander weerpatroon is te zien bij de metingen die in 2012 gedaan zijn. Bij deze metingen is te zien dat naar mate de wintertijd eraan komt het percentage vocht in PR gelijk blijft, maar dat bij de witte materialen het vochtpercentage stijgt. Uit de metingen van 2015 blijkt dat PR het meeste bijdraagt aan het vochtgehalte en dat steenslag eigenlijk bijna niks doet in mengsel met PR. Bij mengsel zonder PR, zorgt zand voor de grootste bijdrage aan het vochtgehalte. De branderstand stijgt bij alle mengsels zodra er meer vocht in het spel is. Dit geldt voor de witte brander bij mengsels zonder PR en bij mengsels met PR stijgt de branderstand van de zwarte trommel.

Effecten van vocht

Vanuit alle geïnterviewde personen kwamen eigenlijk voornamelijk de negatieve kanten van vocht naar boven. Dit is voornamelijk door de hogere kosten die vocht met zich meebrengt en de kwaliteit verlagende effecten van vocht zoals een kortere levensduur. Als er een

mengsel met PR gemengd wordt, dan moeten de witte materialen hoger opgestookt worden om te compenseren voor PR met een lagere temperatuur. Dit levert temperatuurverschillen op tussen het witte en zwarte materiaal die uiteen lopen van 80°C tot 180°C en ook het gasverbruik als gevolg van onder andere vocht verschilt. Als er gekeken wordt naar de effecten van vocht in combinatie met de compensatietemperaturen dan is het duidelijk dat vocht een erg grote rol speelt, alleen theoretisch al. Hieruit blijkt dat 5% vocht in het mengsel als het de installatie in gaat al 52% van de benodigde energie vergt van het totale droogproces. De meest ideale temperatuur die PR kan hebben in de huidige installatie bij de ACH is een temperatuur van 125°C en een compensatietemperatuur van het witte materiaal van 227°C. Hierbij is het minste energie nodig als men kijkt naar de temperatuur van PR tussen de 90°C en 130°C.

Vochtreductie

Bij vochtreductie is er uitgekomen dat er een overkapping gebouwd kan worden van tussen de €115.250,- en €555.500,- afhankelijk van welk scenario het meest realistisch geacht wordt. Vanuit redenering is een overkapping van €289.910,- realistisch haalbaar en ook nog te bewerkstelligen met het voeden van PR. Bij het bekijken van de optie van het bouwen van een overkapping voor het zand, kwam er uit dat maximaal een overkapping van €131.570,- gebouwd kan worden. Dit is financieel niet haalbaar en qua werkwijze moet ook een andere manier gevonden worden omdat de draadkraan met een overkapping niet functioneert. Bij een overkapping moet al snel gedacht worden aan een begroting van rond de €300.000,-

In hoofdstuk 8 zullen er aanbevelingen gedaan worden op basis van dit onderzoek en dan voornamelijk vanuit de deelconclusies.

8. Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan in het algemeen en erna worden aanbevelingen gedaan gericht op de functies van de medewerkers binnen de ACH.

8.1. Aanbevelingen algemeen

In dit hoofdstuk zal nader in gegaan worden op de aanbevelingen die gedaan kunnen worden naar aanleiding van het onderzoek naar de invloed van vocht in het asfaltproductieproces bij de ACH.

Installeren vochtmeter

Om bewustwording onder het personeel te krijgen is het aan te raden om een vochtmeter te installeren en te koppelen aan het besturingssysteem. Door een vochtmeter te installeren kan er direct gecommuniceerd worden naar de machinisten indien het vochtpercentage door hun werkwijze zodanig schommelt of onverantwoordelijk is. Zo worden de machinisten nog meer een onderdeel van het proces.

Plaatsen overkapping PR

Het wordt aanbevolen om een overkapping te plaatsen over het PR-materiaal heen. Door deze overkapping te plaatsen, afhankelijk van de gemaakte kosten zal dit binnen een aanzienlijke tijd geld op kunnen brengen. Daarnaast zal het ook ten goede zijn van het asfaltmengsel, omdat een homogenere substantie geboden kan worden als men praat over het vochtgehalte.

Plaatsen overkapping zand

Het wordt niet aanbevolen om een overkapping te plaatsen over het zand. Deze overkapping kan zijn geld in de huidige situatie niet opbrengen binnen een periode van tien jaar. Daarnaast zou er dan een andere voedmethode moeten worden geïntroduceerd, omdat de kraan dan niet meer kan aanvullen in de gaten van het zand.

Plaatsen gescheiden gasmeters

Het is aan te bevelen om gescheiden gasmeters te plaatsen voor de witte en de zwarte trommel. Momenteel is het erg lastig om exact het verbruik te monitoren en daardoor ook lastig om deze te sturen.

Onderzoeken PR

Om een duidelijk onderscheid te maken in het vochtpercentage dat zich in PR bevindt, is het aan te raden om nader onderzoek te doen naar het breek- en freesproces en de intrede van vocht. Verder kan er dan ook gekeken worden naar de effecten van het weer op beide processen. Dat is in dit onderzoek onderbelicht gebleven doordat er niet gebroken werd rondom de meetdagen.

Onderzoek afwatering en gaten

Om de afwatering te verbeteren op het terrein zou dit nader onderzocht moeten worden. Er is momenteel niet veel bekend over de afwatering, behalve dat deze geplaatst is. Hetzelfde

geldt voor de gaten. De gaten en afwatering zijn nu zo afgestemd dat het water van een groot deel van het terrein door de bouwstoffenbult heen wordt afgewaterd richting het kanaal. Dit zorgt voor onnodig vocht in de bult en kan efficiënter geregeld worden.

Onderzoek terug winnen energie

Om energie te besparen en het vocht eerder uit het systeem te krijgen, kan er een vervolgonderzoek gedaan worden naar het terug winnen van energie. Er gaat momenteel een deel van de warmte verloren doordat deze zo door de schoorsteen naar buiten gaat.

8.2. Aanbevelingen medewerkers ACH

Om een advies uit te kunnen brengen naar de medewerkers van de ACH zijn hieronder per één of meerdere functies de aanbevelingen verwoord.

Aanbeveling voor de menger samen met de machinisten

Als aanbevelingen voor de menger zijn er het monitoren van het vochtpercentage, zodat de machinisten beter aangestuurd kunnen worden en zodat het proces een constanter gereed product krijgt. Naast deze vooruitgang krijgen zowel de menger als de machinisten een beter beeld van de effecten van vocht in de installatie.

Aanbeveling voor de laboranten

Voor de laboranten komt de aanbeveling om dagelijks het vocht in het zand en PR te meten. Uit deze twee soorten bouwstoffen is de meeste winst te halen, dus het beste bedrijfsresultaat gekeken naar vocht. Door dagelijks te meten kan gekeken worden naar de invloed van het weer en het effect van vocht uit de bron, gezien zand per as binnen gebracht wordt.

Aanbeveling bedrijfsleider

De aanbeveling voor de bedrijfsleider is om te overleggen of er investeringsbudget is om een overkapping te bouwen voor PR. Dit hoeft niet per se een overkapping te zijn over de bulten heen, maar kan ook voor over de opslaglocatie achter op het terrein. Dit dient afgewogen te worden en overlegd te worden met het management team.

9. Bibliografie

- ACH. (2015, april 28). Vulstoffen. Hengelo, Overijssel, Nederland.
- Arbeider, C. G. (2014). *Kostenreductie bij de Asfalt Centrale Hengelo*. Hengelo.
- Asfalt Centrale Hengelo (ACH). (2015, 28 april). Vulstoffen. Hengelo, Overijssel, Nederland.
- Asfalt Kennis Centrum (AKC). (2010). Asfaltnavigator.
- Belastingdienst. (2015). *Hoe berekent u het bedrag van de afschrijving*. Opgeroepen op 22 juni, 2015, van Belastingdienst:
http://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastindienst/zakelijkwinst/inkomstenbelasting_voor_ondernemers/afschrijving/hoe_berekent_u_het_bedrag_van_de_afschrijving_
- Boom Laboratoriumleverancier. (sd). *Monsterverdeler*. Opgeroepen op 7 mei, 2015, van Boomlab: <http://www.boomlab.nl/monsterverdeler-rt125-monstergrootte-125-mm-5-l/itm/52225>
- CROW publicatie 210. (2007). *Richtlijn omgaan met vrijkomend asfalt*. Ede.
- Kakar, M. H. (2014). A review on moisture damages of hot and warm asphalt and related investigations. *Journal of Clearer Production*. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.03.028
- KOAC NPC. (2007). Module 2: Mengselopbouw. In *Wegwijs in de wegenbouw* (pp. 4-6).
- KOAC NPC. (2007). Module 6: Aggregaten. In *Wegwijs in de wegenbouw* (pp. 1-16).
- Leeman, P. (2013). Handleiding in het asfaltonderzoek 2013. In P. Leeman. Zwolle: CivilTec Consult.
- Orapi Applied Nederland B.V. (2014). *Wegenbouw versie 1*.
- Pavement Interactive. (2011, 11 april). *Dynamic Shear Rheometer*. Opgeroepen op mei 19, 2015, van Pavement Interactive:
<http://www.pavementinteractive.org/article/dynamic-shear-rheometer/>
- Spiegel, J. v. (2015). *Invloed van vocht tijdens het asfaltspecie productieproces*. Opdrachtschrijving, Hengelo.
- Tests on Bitumen & Asphalt*. (2014). Opgeroepen op 28 april, 2015, van About Civil:
<http://www.aboutcivil.org/Test%20on%20Bitumen.html>
- Typen bitumen, bitumineuze bindmiddelen & bereidingen*. (2014). Opgeroepen op 28 april, 2015, van Eurobitume: <http://www.eurobitume.eu/nl/national/benelux-welcome/benelux/typen-bitumen-bitumineuze-bindmiddelen-bereidingen>

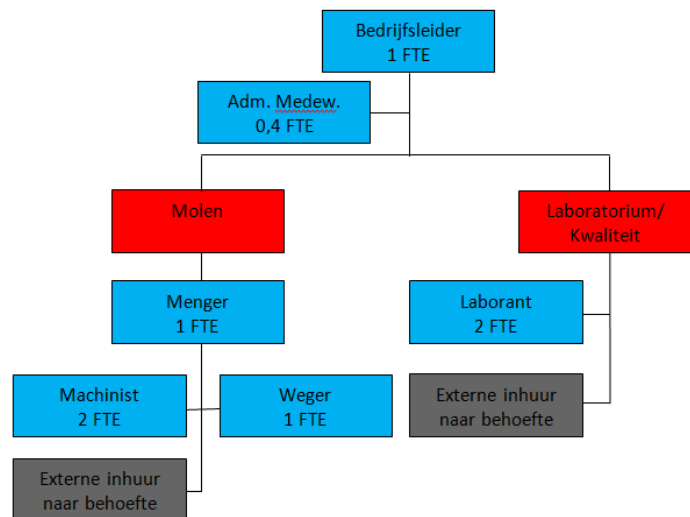
VBW Asphalt. (2014). *Wat is asphalt?* Opgeroepen op 28 april, 2015, van Asphalt blij:
<http://www.asfaltblij.nl/wat-is-asfalt>

Wat is bitumen? (2014). Opgeroepen op 28 april, 2015, van Eurobitume:
<http://www.eurobitume.eu/nl/national/benelux-welcome/benelux/wat-bitumen>

Bijlage A: Omschrijving externe organisatie

Het onderzoek heeft plaatsgevonden bij de Asfalt Centrale Hengelo. Dit is een kleinschalige en zelfstandige organisatie in eigendom van Reef Infra¹ en Twentse Weg- en Waterbouw B.V. Binnen de organisatie werken zeven mensen: één bedrijfsleider en tevens mijn begeleider tijdens deze periode, twee laboranten die zowel de mengsels testen evenals controles uitvoeren over het gelegde asfalt en vier mengers. De hoofdtak van het bedrijf is asfaltspecie produceren, maar het bedrijf houdt zich ook bezig met het garanderen van de kwaliteit bij het produceren en verwerken van asfalt.

De structuur van het bedrijf is weergegeven in het organigram in Figuur 21. Het organigram geeft de vaste bezetting weer gedurende maart-december. In deze maanden wordt er asfalt gedraaid. In de maanden januari en februari wordt er geen asfalt gedraaid, maar vindt er grootschalig onderhoud plaats.



Figuur 21: Organigram ACH

¹ Gedurende de stageperiode is Reinten Infra waar TWW onderdeel van is, volledig aandeelhouder geworden van de ACH.

Bijlage B: Methode weergave per vraag

In paragraaf 1.4. zijn de deelvragen uiteengezet en de daarbij behorende subvragen. Per vraag zal één of meerdere methoden genoemd worden. De methoden zijn aangegeven met I/L/M. Deze letters staan voor de volgende methode: I= Interview/ Enquête L= Literatuuronderzoek M= Metingen. Het overzicht per (sub)vraag is weergegeven in Tabel 13: Methodeweergave per vraag3.

Tabel 13: Methodeweergave per vraag

Nummer	Vraag	Methoden		
1.	Hoe zit het asfaltproductieproces in elkaar		L	
1.1.	Welke grondstoffen worden er gebruikt en hoe wordt deze opgeslagen?		L	
1.2.	Welke installatie wordt er gebruikt?		L	
1.3.	Welke typen asfalt worden er gemaakt?		L	
1.4.	Wat zijn proces versturende factoren/omstandigheden?		L	
2.	Wat is er bekend over vocht(reductie)?	I	L	
2.1.	Welke vormen van vocht zijn er?	I	L	
2.2.	Wat is een acceptabel/werkbaar vochtpercentage?	I	L	
2.3.	Wat zijn de technische beperkingen van de installatie met betrekking tot vochtbeheersing?	I	L	
2.4.	Wat zijn de verwachtingen met betrekking tot het vochtpercentage en vochtreductie in de grondstoffen vanuit de leveranciers en het bedrijf?	I		
3.	Waar vindt vochtintrede plaats?	I	L	
3.1.	Welke grondstoffen worden er gebruikt en wat zijn de bronnen?		L	
3.2.	Wanneer in het asfaltproductieproces is er sprake van vochtintrede?	I	L	
3.3.	Wat is de invloed van PR op de totale vochtintrede in het proces?	I	L	
4.	Hoe wordt vocht gemeten?	I	L	M
4.1.	Welke meetmethoden zijn er en worden gehanteerd?	I	L	
4.2.	Waar/op welke plaats in het asfaltproductieproces wordt vocht gemeten?	I	L	M
4.3.	Bij welke grondstoffen is het meten van vocht van belang?	I	L	M
4.5.	Hoe vaak wordt vocht gemeten?	I	L	
5.	Wat is het effect van vocht in het asfaltproductieproces?	I	L	M
5.1.	Wat is het effect van vocht op de werking van bitumen?		L	M
5.2.	Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van het asfalt?	I	L	M
5.3.	Wat is het effect van vocht tijdens het drogen?	I	L	M
5.4.	Hoeveel vocht zit er in het asfaltproductieproces?	I		
6.	Hoe kan vocht(intrede) gereduceerd of gestuurd worden?	I	L	
6.1.	Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen?	I	L	
6.2.	Wat zijn de effecten van de opties uit 6.1?		L	
6.3.	Wat kan men eisen m.b.t. tot het vochtpercentage en vochtreductie in de grondstoffen vanuit de leveranciers en het bedrijf?	I	L	

Bijlage C: Asfaltmengsels conform de Europese Normen en CE-markering

In Tabel 144 is een overzicht te zien van de mengsels zoals deze geproduceerd kunnen worden onder Europese Normen en met CE-markering. De ACH produceert al deze mengsels op GAB AC 32 BASE na. Dit is geen standaard maat meer binnen de wegenbouw die gebruikt wordt.

Tabel 14: Asfaltmengsels conform EN en CE-markering

Laag	Soort asfaltmengsel	EN-norm asfaltmengsel soort-type-laag	Prestatiecode nieuw
Deklaag	DAB	AC 8 SURF	DL-IB
	DAB	AC 8 SURF	DL-A
	DAB	AC 8 SURF	DL-B
	DAB	AC 8 SURF	DL-C
	DAB	AC 11 SURF	DL-IB
	DAB	AC 11 SURF	DL-A
	DAB	AC 11 SURF	DL-B
	DAB	AC 11 SURF	DL-C
	DAB	AC 16 SURF	DL-IB
	DAB	AC 16 SURF	DL-A
	DAB	AC 16 SURF	DL-B
	DAB	AC 16 SURF	DL-C
Tussenlaag	OAB	AC 11 BIND	TL-IB
	OAB	AC 11 BIND	TL-A
	OAB	AC 11 BIND	TL-B
	OAB	AC 11 BIND	TL-C
	OAB	AC 16 BIND	TL-IB
	OAB	AC 16 BIND	TL-A
	OAB	AC 16 BIND	TL-B
	OAB	AC 16 BIND	TL-C
	OAB	AC 16 BIND	TLZ-IB
	OAB	AC 16 BIND	TLZ-C
	OAB	AC 16 BIND	TLZ-B
	OAB	AC 22 BIND	TL-IB
Tussenlaag	STAB	AC 16 BIND	TL-IB
	STAB	AC 16 BIND	TL-A
	STAB	AC 16 BIND	TL-B
	STAB	AC 16 BIND	TL-C
	STAB	AC 22 BIND	TL-IB
	STAB	AC 22 BIND	TL-A
	STAB	AC 22 BIND	TL-B
	STAB	AC 22 BIND	TL-C
	STAB	AC 16 BIND	TDL-IB
	STAB	AC 16 BIND	TDL-C
	STAB	AC 16 BIND	TDL-B
	STAB	AC 22 BIND	TDL-IB
Onderlaag	STAB	AC 16 BASE	OL-IB
	STAB	AC 16 BASE	OL-A
	STAB	AC 16 BASE	OL-B
	STAB	AC 16 BASE	OL-C
	STAB	AC 22 BASE	OL-IB
	STAB	AC 22 BASE	OL-A
	STAB	AC 22 BASE	OL-B
	STAB	AC 22 BASE	OL-C
Onderlaag	GAB	AC 16 BIND	TDL-B
	GAB	AC 16 BASE	OL-IB
	GAB	AC 16 BASE	OL-A
	GAB	AC 16 BASE	OL-B
	GAB	AC 16 BASE	OL-C
	GAB	AC 32 BASE	OL-IB
	GAB	AC 32 BASE	OL-A
	GAB	AC 32 BASE	OL-B
	GAB	AC 32 BASE	OL-C
Deklaag	SMA	SMA-NL 5	n.v.t.
	SMA	SMA-NL 8A	n.v.t.
	SMA	SMA-NL 8B	n.v.t.
	SMA	SMA-NL 11A	n.v.t.
	SMA	SMA-NL 11B	n.v.t.
	ZOAB	ZOAB 11	n.v.t.
Onderlaag	ZOAB	ZOAB 16	n.v.t.

Bijlage D: Recepturen mengsels top 20

In de recepturen in Tabel 155 is per mengsel het percentage zand, steenslagen en PR te vinden omdat alleen deze grondstoffen vocht bevatten. Dit zijn dus niet de complete recepturen en deze recepturen zijn alleen voor deze molen van toepassing en worden regelmatig aangepast op basis van de binnen gekomen grondstoffen zoals PR.

Tabel 15: Recepturen (zand, steenslagen, PR) in % inclusief verlies)

Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Grofzand	Morene 4/8	Morene 8/11	Morene 11/16	PR
AC 16 BIND T1-B 55%	3,78%	7,56%	2,46%	2,28%	27,83%	55,00%
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Brekerzand	Morene 11/16	Morene 16/22	PR	
AC 22 BASE O1-A 60%	7,56%	7,56%	10,82%	13,55%	60,00%	
Mengsel\bouwstof	Brekerzand	Morene 2/6	Morene 4/8	Morene 8/11	Morene 11/16	PR
AC 16 SURF D2 30%	19,42%	12,73%	7,26%	16,37%	10,19%	30,00%
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Grofzand	Morene 4/8	Morene 8/11	Morene 11/16	PR
AC 16 BIND Ttd-B 55%	3,78%	7,56%	2,46%	2,28%	27,83%	55,00%
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Grofzand	Morene 4/8	Morene 8/11	Morene 11/16	PR
AC 16 BIND TL-C 55%	3,78%	7,56%	2,46%	2,28%	27,83%	55,00%
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Morene 2/6	Morene 4/8	Morene 8/11	
AC 11 SURF DL-B MOR.	8,76%	26,27%	7,11%	26,28%	24,72%	
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Brekerzand	Morene 11/16	Morene 16/22	PR	
AC 22 BASE O1-B 60%	7,56%	7,56%	10,82%	13,55%	60,00%	
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Brekerzand	Morene 11/16	Morene 16/22	PR	
AC 22 BASE O2 60%	7,56%	7,56%	10,82%	13,55%	60,00%	
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Grauwacke 4/8	Grauwacke 8/11		
SMA-NL 11B Gra.	3,29%	9,86%	26,65%	50,63%		
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Morene 2/6	Morene 4/8	Morene 8/11	
AC 11 SURF DL-A Mor.	8,76%	26,27%	7,11%	26,28%	24,72%	
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Brekerzand	Morene 11/16	Morene 16/22	PR	
AC 22 BIND TL-C 60%	7,56%	7,56%	10,82%	13,55%	60,00%	
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Morene 4/8	Morene 8/11	PR	
SMA-NL 11B Mor.	3,43%	10,11%	24,00%	53,10%		
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Grauwacke 4/8	Grauwacke 8/11		
SMA-NL 11B grau (SBS)	2,81%	9,34%	24,01%	54,66%		
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Brekerzand	Morene 11/16	Morene 16/22	PR	
AC 22 BIND T1 60%	7,56%	7,56%	10,82%	13,55%	60,00%	
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Brekerzand	Morene 11/16	Morene 16/22	PR	
AC 22 BASE O3 60%	7,56%	7,56%	10,82%	13,55%	60,00%	
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Morene 2/6	Morene 4/8		
SMA-NL 8B 70/100 Mor.	3,02%	8,90%	7,61%	70,30%		
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Grofzand	Morene 4/8	Morene 8/11	Morene 11/16	PR
AC 16 BIND T1-A 55%	3,78%	7,56%	2,46%	2,28%	27,83%	55,00%
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Morene 4/8			
SMA-NL 8B (SBS)	3,23%	9,70%	76,85%			
Mengsel\bouwstof	Grofzand	Brekerzand	Morene 2/6	Morene 4/8		
AC 8 SURF D3 Mor.	8,35%	25,10%	21,46%	36,99%		
Mengsel\bouwstof	Fijnzand	Grofzand	Morene 4/8	Morene 8/11	Morene 11/16	PR
AC 16 BIND Ttd-A 55%	3,78%	7,56%	2,46%	2,28%	27,83%	55,00%

Bijlage E: Interviews medewerkers Asfalt Centrale Hengelo

In deze bijlage zijn alle interviews te vinden met de medewerkers van de ACH. De interviews zijn steek puntsgewijs opgeschreven en niet letterlijk overgenomen vanuit de interviews. Om te verifiëren of de interviews voldoen, zijn ze ter controle teruggestuurd naar de geïnterviewde medewerker. Van alle afdelingen binnen de ACH zijn de volgende afdelingen geïnterviewd: management, laboranten, operators.

E.1. Interview bedrijfsleider

Naam: *****

Functie: Bedrijfsleider

Thema vocht

Zijn er verschillende soorten vocht? *Ja, maar niet qua samenstelling. Er zijn twee soorten vocht: ingesloten vocht en buiten/extern vocht.*

Wat is, in uw beleving, een acceptabel/werkbaar vochtpercentage? *Bepalend is de hoeveelheid vocht die de installatie in gaat, dat kost altijd extra geld. Kostentechnisch gezien zal ongeveer 3,0% acceptabel zijn. Dan is er een economisch balans gezien het gasverbruik. Dit wil zeggen dat bij het gebudgetteerde 9,0-9,5m³/ton, 3,0% vocht verwerkt zit.*

Waarom is dit acceptabel/werkbaar? *Economisch balans.*

Hoe weet u dat? *Thermodynamische formules kan berekenen wat het kost om water te verwijderen en materiaal op te warmen. Er wordt gestreefd naar een gasverbruik van 9,5 m³/ton, je kunt zien wat je meer verbruikt en dat is waarschijnlijk door vocht/water.*

Wat verwacht je met betrekking tot het vochtpercentage in de grondstoffen van leveranciers en van jezelf/collega's? *Als je strengere eisen stelt aan leveranciers → hogere prijs → onaanvaardbaar risico als op de ACH niks verandert. NA breker PR relatief droog. Het is een ketenproces en in de gehele keten kan/dient verbetering doorgevoerd worden.*

In het werkveld worden er laboratoriumtesten gedaan, zodat een keuze gemaakt kan worden gemaakt ten behoeve van welke berg PR het minste vocht bevat. De kraan/shovel machinist kan droger materiaal kiezen. Dit wel met een beloning/inzichtelijk maken, anders werkt het niet. Communicatie tussen menger/shovel/kraan is summier. Elkaar prikkelen is lastig, nu wordt het gedaan door te kijken naar efficiency, zodat je feedback krijgt (molen). Hierbij in gedachte houden het: 'plan do check act'-model.

Thema vochtintrede

Wat zijn de bronnen van de grondstoffen? *Zandmij (zandgroeve in Ulsen), fijnzand komt bij Roelofs vandaan, "pure" steenslag uit steengroeven Duitsland, Sauerland, Schotland, Frankrijk, Noorwegen. Nederlandse steenslag wordt gedelfd volgens het zandgroeve idee en opgraving in o.a. Nederland en in de Rijn tot dieptes van 30-120 meter.*

Wanneer is er sprake van vochtintrede? *In het productieproces middels de bouwstoffen (PR en mineralen). Bij het verkrijgen van de bouwstoffen komt er water in door spoelingen, shiften en tegen stof. Opslag/transport/logistiek alles is open. Schepen zijn open, havendepots zijn open en groeves ook. In oudere schepen wordt het ruim als ballast gebruikt (natte bedoeling), modernere schepen hebben ballast tanken om links/rechts beter uit te lijnen. Opslag bij ACH is open, dan komen er vragen als hoe lang ligt het voordat het gebruikt wordt en hoeveel klimatologische invloed.*

Wat is de invloed van PR op de vochtintrede? Wat is het verschil met nieuwe grondstoffen qua vocht? Is er een verschil? Nieuw materiaal wordt apart gemengd (bitumen/zand/vulstof/ etc.) terwijl PR al een mini asfaltmengsel is. Dit is een geheel andere structuur. Water hecht zich voor mijn gevoel makkelijker aan PR dan aan nieuw materiaal (zandkorrel). PR gevoeliger voor vochtintrede, komt er ook niet uit, zelfs niet na maanden drogen buiten. Bij zand/steen is dit wel het geval.

Thema vocht meten

Welke meetmethoden zijn er? *Monstername & opdrogen: dit is een momentopname op één locatie op één tijdstip. Het is omslachtig. Je hoopt het ingesloten vocht eruit te hebben gehaald. In de trommel is de kans relatief klein dat ingesloten vocht eruit gehaald kan worden. Andere methodes zijn voelers en misschien infraroodmeting vocht (wordt al gedaan voor voedsel).*

Welke worden er gehanteerd? *Monstername: inkomende goederen, indien monstername. Zand 3x per week. Schip wordt altijd gemonsterd, maar niet altijd vocht. Er is geen protocol voor, alleen monster bij vermoeden veel vocht in PR (meetplan voor het gehele proces is er niet).*

Waar zou je het beste kunnen meten? *Vlak voor de trommel is een goede locatie, dan zijn alle factoren die van invloed zijn, al geweest. Wel is het altijd een cocktail van materialen (PR heeft bijvoorbeeld al drie bulten). Bulten en doseerpunt kunnen ook goede punten zijn indien individuele metingen gewenst zijn anders is de PR toevoerband ook goed. Bij voorkeur wel van een open naar een gesloten systeem gaan bij de lopende band ACH.*

Er komt genoeg damp uit de schoorsteen voor x aantal liter water. Er is dan x liter water eruit gedampt. Vocht in en vocht uit samen meten in verband met het energieverbruik. Waar blijft het vocht hangen en waar wordt de temperatuur verstoord. In de schoorsteen hangt een redelijk betrouwbare thermometer.

Waarom kan je daar het beste meten? *Geen andere factoren dan hierboven al uitgelegd.*

Bij welke grondstoffen is het, het belangrijkste om te meten? *PR vs. mineralen dan PR meten, maar dat is lastig. Bij mineralen dan de fijnere grondstoffen op basis van oppervlakte.*

Waarom is het bij deze grondstoffen belangrijk? *PR houdt meer water vast, dat deze minder snel los laat. Bij mineralen de fijnere grondstoffen wegens groter oppervlakte waar water zich aan kan hechten.*

Hoe vaak denk je dat er gemeten moet worden? *Als procestechnoloog; continu. Deel zal periodiek bepaald moeten worden met behulp van monstername. Kritieke punten continu alleen in combinatie met energieverbruik & directe feedback anders heeft het geen zin.*

Waarom deze frequentie en wat verwacht je qua verandering? *Bij PR worden continu veranderingen verwacht en steenslagen/zand langzame veranderingen. Dit is wel afhankelijk van de shovel/kraan.*

Thema effecten van vocht

Waarom is het effect van vocht op bitumen in het asfaltspecie productieproces? *Vocht verdringt bitumen. Water wil zich tussen de steen- en bitumenmolecuul wurmen. Dit is ook te zien in de schadebeelden.*

Hoe bepaal je kwaliteit van asfaltspecie? *Aantonen van het stripeffect met de test "rolling bottle". Proces dat plaatsvindt bij de "rolling bottle" test: scheurtje bitumen → indringen van water → bitumen slijt er af → bitumen en stenen hebben positieve/negatieve ladingen en*

trekken elkaar of stoten elkaar af. Mechanische slijtage en indringing van water methode. “kwaliteit meten kan men niet”. De test die hier gedaan wordt is de ITSr, de watergevoeligheidstest. Deze wordt uitgedrukt in %, dus 80% kan 80/100 zijn, maar ook 800/1000. Beiden even watergevoelig, maar toch een factor tien verschil.

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt? *Fysisch: waar water zit kan niets anders zitten. Tijdens het mengen zal de hechting van bitumen minder zijn. Treksterkte gaat bijvoorbeeld door de slechtere hechting achteruit.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de witte trommel? *Het vocht werkt temperatuur verlagend, energievretend, ander gedrag van mineralen in de trommel → droog verstorend.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de zwarte trommel? *De zwarte trommel moet altijd tegelijk met de witte trommel draaien. Mengen is bepalend voor het debiet (trommels statisch; x debiet en y helling). PR wordt (bijna) niet opgeslagen, het gaat er zo snel mogelijk door heen.*

Thema reductie van vocht

Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen? *Bronmaatregelen treffen (% afspreken leveranciers), opslag + handeling invloeden van buitenaf elimineren door bijvoorbeeld een overkapping. Installatietechnische maatregelen treffen: debiet, helling/afzuiging. Om het proces te verbeteren kan misschien een 3^e/4^e/5^e energiebron toegevoegd worden. Er wordt nu ongeveer 30% van het energieverbruik afgepast door de schoorsteen. Deze energie kan benut worden met een warmte terug win installatie die materialen voorverwarmd, buizen verwarmd of door de gaten kan leiden.*

Wat denk je dat je kunt eisen bij leveranciers of van jezelf en/of collega's? *Vanuit de norm kan je niets eisen. Met onderhandelingen over de grondstoffen kan misschien wat geregeld worden, maar dat ligt aan de grootte van de bestelling en wat de (bijkomende) kosten dan zijn. Redelijkheid is dan het belangrijkste. Collega's kunnen met behulp van procesinzicht en de juiste tools samen bewust er van maken. Informeren, corrigeren en stimuleren in plaats van eilandje.*

E.2. Interview laborant 1

Naam: *****

Functie: Laborant

Thema vocht

Zijn er verschillende soorten vocht? *Er zijn geen verschillende soorten vocht. Vocht is vocht.*

Wat is, in u w beleving, een acceptabel/werkbaar vochtpercentage? *Geen vocht is beter. Capaciteit van de molen zal terug lopen als er meer vocht is. Voornamelijk bij aanvang van de productie: Hoog percentage kan invloed hebben, temperatuur zal ook lager zijn van het eindproduct.*

Waarom is dit acceptabel/werkbaar? -

Hoe weet u dat? -

Wat verwacht je m.b.t. het vochtpercentage in de grondstoffen van leveranciers en van jezelf/collega's? *Je kunt vanuit de werkvloer niks verwachten. Vanuit de leveranciers ligt aan het koopcontract. Er wordt nu geen rekening gehouden met vocht.*

Thema vochtintrede

Wat zijn de bronnen van de grondstoffen? *Sauerland (Grauwacke), België (Porfier), Schotland (Cloburn Red), België/Duitsland/Zwitserland (boven Rijn gebied) daar komt Morene vandaan, Nederlandse steenslag komt uit Brabant/Limburg uit de buurt van Stein, zand: fijnzand (Bad Bentheim), grofzand (Kalle), brekerzand (van Morene of Nederlandse steenslag)*

Wanneer is er sprake van vochtintreding? *Vocht is er altijd: luchtvochtigheid, open lucht en condens in het proces. De boot is (99% van de tijd) afgedekt, dus daar kan geen vochtintrede plaatsvinden, behalve bij het laden/lossen en tijdens opslag ook.*

Wat is de invloed van PR op de vochtintrede? Wat is het verschil met nieuwe grondstoffen qua vocht? Is er een verschil? *Er hoort geen verschil te zijn in de mengsels met/zonder PR, dit kan gemeten worden, maar deze proef is zeer omslachtig omdat het een langdurige proef is en dan zou je bij deze molen achter de feiten aan lopen. Productiesnelheid loopt niet gelijk met de duur van de proef. PR wordt ook niet gemeten op vocht als het binnen komt alleen bij het maken van mengsel. Dit is afhankelijk van wanneer het PR ingezet wordt. PR kan gescheiden worden in twee groepen: breekasfalt en freesasfalt. In het breekasfalt zit meer vocht dan in freesasfalt. In breekasfalt wordt meer vocht gemeten dan in freesasfalt. Breekasfalt wordt besteld bij de breker en dat kan het beste op afroep en direct verwerken. Dit zal in de praktijk niet altijd lukken.*

Thema vocht meten

Welke meetmethoden zijn? *Nat/droog gewicht meten door middel van het drogen met de magnetron/stoof (duurt langer). Er zijn meerdere methoden, maar die worden niet gehanteerd. Deze heeft hij wel uitgevoerd voordat het ACH werd, maar is omslachtig.*

Welke worden er gehanteerd? *Nat/droog gewicht meten door middel van het drogen met de magnetron.*

Waar zou je het beste kunnen meten? *Je kunt nergens bij, alles is dicht. Dus dat valt niet te zeggen. Ik kan alleen een monster nemen.*

Waarom kan je daar het beste meten? -

Bij welke grondstoffen is het, het belangrijkste om te meten? *Hoe fijner het materiaal is, des te meer vocht. De oppervlak omhulling is bij het fijnste materiaal het grootste. Een grotere steen zuigt zich vol en duurt langer om te drogen, maar bevat minder vocht.*

Waarom is het bij deze grondstoffen belangrijk? *Doordat er bij fijnere grondstoffen meer oppervlakte is, zal daar het vocht meer in aanraking komen en meer vocht vasthouden.*

Hoe vaak denk je dat er gemeten moet worden? *Niet, je kunt er geen invloed op uitoefenen vanuit de werkwijze. Met opstarten natter dan de rest van de dag. Je moet werken met het materiaal dat er is, dus ondanks dat er misschien teveel in zit, het moet gebruikt worden.*

Waarom deze frequentie en wat verwacht je qua verandering? -

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van vocht op bitumen in het asfaltspecie productieproces? *Vocht en bitumen gaan niet samen. Vocht zorgt voor stripping van de stenen door invloeden van vocht binnenin en voornamelijk van buitenaf. Weersinvloeden zijn van grote invloed. Dooien en vriezen zijn slecht voor het asfalt.*

Hoe bepaal je kwaliteit van asfaltspecie? *Er wordt typetesting uitgevoerd door een extern bedrijf. Er wordt verwacht dat elk mengsel volgens de receptuur gemaakt wordt en dezelfde*

kwaliteit heeft als die uit de typetesting. Recepten worden niet meer zelf gemaakt, uitzondering daargelaten.

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt? *Kortere levensduur van het asfalt, voorbeeld asfalt in Provincie Overijssel van Kjell base ('98-'04)*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de witte trommel? *Er komt damp/condens uit de schoorsteen en het heeft te maken met wel/niet onderdruk in de trommel.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de zwarte trommel? *Geen idee van.*

Thema reductie van vocht

Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen? *Alles overkappen en een fatsoenlijke afwatering maken die het water van de grondstof af leidt in plaats van er naar toe.*

Wat denk je dat je kunt eisen bij leveranciers of van jezelf en/of collega's m.b.t. vochtreductie? *Dit is afhankelijk van de contractbesprekingen. Vroeger werd voor grondstoffen een maximum aangehouden van 5% en bij PR van 3%. Nu is men niet op de hoogte van de eisen die gesteld zijn in het contract.*

E.3. Interview laborant 2

Naam: *****

Functie: Laborant/ buitenwerk

Thema vocht

Zijn er verschillende soorten vocht? *Nee, vocht is vocht.*

Wat is, in u w beleving, een acceptabel/werkbaar vochtpercentage? *Zo laag mogelijk, het effect is lastig in te schatten*

Waarom is dit acceptabel/werkbaar? *Het moet eruit gestookt worden; minder vocht is minder energie.*

Hoe weet u dat? *Eigen aanname/logisch nadenken.*

Wat verwacht je m.b.t. het vochtpercentage in de grondstoffen van leveranciers en van jezelf/collega's? *Grondstoffen afhankelijk van afspraken. Indien er afspraken zijn kunnen deze gehandhaafd worden. Nu kan het alleen aangegeven/doorgegeven worden bij een hoog percentage. Van collega's wordt verwacht dat deze aan de bel trekken en het vocht in de gaten houden.*

Thema vochtintrede

Wat zijn de bronnen van de grondstoffen? *Fijn- en grofzand uit de zandgroeve en brekerzand en steenslag uit de steengroeve.*

Wanneer is er sprake van vochtintreding? *Vochtig bij binnenkomst en verder onderhevig aan het weer; het ligt open en bloot op de grond hier.*

Wat is de invloed van PR op de vochtintrede? Wat is het verschil met nieuwe grondstoffen qua vocht? Is er een verschil? *Er is een verschil in het mengsel tussen mengsels met en mengsels zonder PR. Mengsels met PR zijn stugger van structuur, wat ervoor zorgt dat het lastiger te verwerken is. Niet terug te zien of een mengsel veel/weinig vocht bevatte bij vertrek uit de centrale.*

Thema vocht meten

Welke meetmethoden zijn? *Er zijn verschillende methoden. Er is een ingewikkelde methode die het rest vochtgehalte meet, maar die wordt niet gedaan. Deze is nogal omslachtig, heb ik ook nog nooit gedaan.*

Welke worden er gehanteerd? *Nat/droog methode.*

Waar zou je het beste kunnen meten? *Je komt nergens bij, als er een vochtmeter is voor in het asfalt dan zou je dat wel meten/meenemen.*

Waarom kan je daar het beste meten? -

Bij welke grondstoffen is het, het belangrijkste om te meten? *Fijne materialen, PR*

Waarom is het bij deze grondstoffen belangrijk? *Alle grondstoffen belangrijk om te meten, maar de fijnere materialen bevatten meer vocht.*

Hoe vaak denk je dat er gemeten moet worden? *Het heeft alleen zin om te meten als er regels opgesteld worden waar leveranciers zich aan moeten houden. Dan kan je ze erop aanspreken. Er was voor freesmateriaal vroeger een afspraak qua vochtpercentage. Als deze werd overschreden werd, waren er sancties (bijv. terugsturen). Nu wordt alles geaccepteerd en wordt het op één bult gegooid ook als het doorweekt is.*

Waarom deze frequentie en wat verwacht je qua verandering? -

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van vocht op bitumen in het asfaltspecie productieproces? *Dat gaat niet samen, dat is net zoets als water in een frituurpan.*

Hoe bepaal je kwaliteit van asfaltspecie? *Er wordt er vanuit gegaan dat je altijd hetzelfde mengsel levert met dezelfde kwaliteit. Er worden nog wel mengsels gemaakt in het lab, maar dit is alleen van andere steensoorten dan gebruikelijk.*

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt? *Geen idee.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de witte trommel? *Wel/niet onderdruk, is een mooie vraag voor de menger.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de zwarte trommel? *Ik kan me voorstellen dat het niet droog is als het uit de trommel komt.*

Thema reductie van vocht

Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen? *De opties zijn: overkappen, bouwstoffen droog aanleveren, freesmateriaal overdekken.*

Wat denk je dat je kunt eisen bij leveranciers of van jezelf en/of collega's m.b.t. vochtreductie? *Bij de leverancier kan je een x-percentages vocht maximaal eisen en als deze overschreden wordt, dan kan eventueel een korting gerekend worden ter compensatie voor het extra gasverbruik. Collega's kan nu niks geëist worden totdat het hier overkapt is.*

E.4. Interview operator 1

Naam: *****

Functie: Menger

Thema vocht

Zijn er verschillende soorten vocht? *Ja, condens en hemelwater.*

Wat is, in u w beleving, een acceptabel/werkbaar vochtpercentage? *Uit lab metingen blijkt dat wij ongeveer tot 4,0%vocht kunnen hebben vanuit de PR in de installatie. Het vocht in het witte materiaal maakt minder uit, die trommel kunnen we hoog opstoken.*

Waarom is dit acceptabel/werkbaar? *De brander kan niet hoger dan 99,0%, er is maar een beperkte capaciteit vanuit de brander. Meer vocht zorgt er voor dat het moeilijk stoken is. Dit is het maximale.*

Hoe weet u dat? *Dat is de maximale droogcapaciteit van het PR, meer vocht kan de installatie niet aan.*

Wat verwacht je m.b.t. het vochtpercentage in de grondstoffen van leveranciers en van jezelf/collega's? *Vanuit de collega's kan je niks verwachten. Bij het vaste personeel weet men dat de PR niet vanuit het onderste van de stapel gepakt moet worden, maar zo hoog mogelijk. Bij ingehuurd personeel is dit lastiger. Vanuit de leveranciers verwacht je zo min mogelijk vocht. Het is bekend dat er bij de zandgroeve en op de schepen water gebruikt wordt. De vraag is; wil je voor vocht in plaats van materiaal betalen.*

Thema vochtintrede

Wat zijn de bronnen van de grondstoffen? *Morene Nederland uit Nederland en Boven-Rijn. Zandmij ook vanuit de Boven-Rijn. Fijnzand komt uit Duitsland en Grofzand uit Ulsen.*

Wanneer is er sprake van vochtintrede? *Zandput zelf, vakken (hemelwater), schepen. Bij PR komt het van het frezen en uit de vakken (hemelwater).*

Wat is de invloed van PR op de vochtintrede? Wat is het verschil met nieuwe grondstoffen qua vocht? Is er een verschil? *Qua vochtverschil eigenlijk geen idee. Het witte materiaal hoog opstoken, zwarte niet boven de 100°C omdat anders de bitumen in de hens vliegt doordat de brander het rechtstreeks verwarmd. Bij een teveel aan vocht wordt het niet warm o.a. door een capaciteitstekort; brander maximaal en afzuiging maximaal. Eind gas en temperatuur PR verschilt erg (bij vochtig materiaal) waardoor er uitgekeken moet worden met het hoger stoken van het PR anders vliegt het rookkanaal in de brand.(asfalt moet geleverd worden rond de 150-160°C, dus wit wordt altijd al heter gestookt dan PR)*

Thema vocht meten

Welke meetmethoden zijn? *Geen idee.*

Welke worden er gehanteerd? *Bakje zand/wegen/magnetron/wegen en dan heb je het % vocht.*

Waar zou je het beste kunnen meten? *Transportband halverwege op weg naar de witte trommel (is al een looppad aanwezig) en de transportband naar PR toe.*

Waarom kan je daar het beste meten? *Beste indicatie.*

Bij welke grondstoffen is het, het belangrijkste om te meten? *PR is het belangrijkste, het witte materiaal is minder van belang omdat deze hoger opgestookt kunnen worden.*

Waarom is het bij deze grondstoffen belangrijk? *PR kan niet zo hoog opgestookt worden als witte materiaal.*

Hoe vaak denk je dat er gemeten moet worden? *Voor PR zou het handig zijn om constant te meten, voornamelijk 's ochtends zodat er een keuze gemaakt kan worden voor welke PR er gebruikt wordt. Voor het witte materiaal hoeft het niet constant, deze komt er wel droog uit vaak.*

Waarom deze frequentie en wat verwacht je qua verandering? *Er wordt weinig verandering verwacht tenzij er een natte bak zand of PR ingegooit wordt.*

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van vocht op bitumen in het asfaltspecie productieproces? *Water stoot bitumen af en/of bitumen hechten niet als er water in de stenen zitten met als resultaat dat er stukken steen zonder bitumen zijn. Polymeerbitumen kunnen er heel slecht tegen, dan kleeft het mengsel niet meer.*

Hoe bepaal je kwaliteit van asfaltspecie? *Op basis van het recept en typetesten, op basis van monsters van het asfalt (samenstelling), de feedback naar de molen toe. Holle ruimte kan een parameter zijn voor kwaliteit bijvoorbeeld bij SMA.*

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt? *Bij veel vocht in het mengsel koelt het sneller af en is het stugger van structuur waardoor het lastiger te verwerken is.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de witte trommel? *Hogere branderstand ook om de gewenste eindtemperatuur voor het mengsel te bereiken.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de zwarte trommel? *Het loopt minder goed door de trommel heen en komt vast te zitten in de warme bunkers.*

Thema reductie van vocht

Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen? *Overkapping van het terrein en/of de gaten. Trechters in het midden weg, dat zijn nu grote regenvangers. Met leveranciers overleggen/eisen dat je betaald voor het zand/stenen en niet voor het vocht dat er in zit. Dus gewicht aan vocht niet betalen.*

Wat denk je dat je kunt eisen bij leveranciers of van jezelf en/of collega's m.b.t. vochtreductie? *Geen idee. Zo min mogelijk vocht.*

E.5. Interview operator 2

Naam: *****

Functie: Weger/ oud-laborant

Thema vocht

Zijn er verschillende soorten vocht? *Ja, er zijn verschillende soorten vocht namelijk aanhangend vocht en inert/ingedrongen vocht.*

Wat is, in u w beleving, een acceptabel/werkbaar vochtpercentage? *Uit metingen van afgelopen jaren is dat een percentage van 4-4.5% vocht ongeveer.*

Waarom is dit acceptabel/werkbaar? *Dit is een redelijk gangbaar percentage, gezien wat er aangeleverd wordt.*

Hoe weet u dat? *Door jaren van metingen. (voorgaande functie: Laborant)*

Wat verwacht je m.b.t. het vochtpercentage in de grondstoffen van leveranciers en van jezelf/collega's? *Van de leveranciers wordt verwacht dat zij leveren wat er gevraagd wordt of afgesproken is. Van collega's wordt er niets verwacht.*

Thema vochtintrede

Wat zijn de bronnen van de grondstoffen? *Groeves (breekmateriaal) en rivieren (rivierzand).*

Wanneer is er sprake van vochtintrede? *Zandput bij de afzuiging van zand, vervoer als er geladen wordt met een lopende band. Als is er tegenwoordig wel een afdekzeil verplicht. Schepen vangen wel/niet regen (afhankelijk of ze afgedekt zijn of niet) en regen.*

Wat is de invloed van PR op de vochtintrede? Wat is het verschil met nieuwe grondstoffen qua vocht? Is er een verschil? *Er is geen verschil qua vochtintrede tussen PR en nieuwe grondstoffen. Beiden liggen op een bult waar regen in kan komen.*

Thema vocht meten

Welke meetmethoden zijn? *Materiaal nat/droog meten en elektronische vochtmeters.*

Welke worden er gehanteerd? *Materiaal nat/droog wegen.*

Waar zou je het beste kunnen meten? *Doseurs voor zowel mineralen als PR. Bult PR wordt nu al gemeten soms.*

Waarom kan je daar het beste meten? *Dan weet je meteen hoeveel vocht erin zit.*

Bij welke grondstoffen is het, het belangrijkste om te meten? *Zand en PR.*

Waarom is het bij deze grondstoffen belangrijk? *Zand omdat daar het meeste vocht in zit en PR wil je zo min mogelijk vocht in hebben. Het is onbekend of PR of zand meer vocht bevat. PR houdt het vocht wel meer vast dan zand, omdat zand losser is.*

Hoe vaak denk je dat er gemeten moet worden? *4x per dag, het liefst continu.*

Waarom deze frequentie en wat verwacht je qua verandering? *Meer is beter, omdat je dan een beter gemiddelde kan verwachten.*

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van vocht op bitumen in het asfaltspecie productieproces? *Hechting aan de stenen is minder en het mengsel koelt af. "Stripping" vindt plaats waardoor de stenen loslaten.*

Hoe bepaal je kwaliteit van asfaltspecie? *Monster nemen → extractie uitvoeren → richtlijnen waaraan het mengsel moet voldoen. Bitumen terugwinnen uit het monster → ringkogel & pen test doen → indicatie verbruikt bitumen in PR. Na verwerking kan je nog kijken naar de verdichtingsgraad.*

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt? *Wordt slechter door de slechtere hechting, verdichting wordt moeilijker omdat het asfalt afkoelt als gevolg van het water.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de witte trommel? *Stoom in de trommel.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de zwarte trommel? *Stoom in de trommel.*

Thema reductie van vocht

Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen? *Overkappingen, goede afwatering, lopende band overkappen, trechters die buiten gebruik zijn afdekken (die vangen nu veel water), voordrogen op de band bijvoorbeeld met stralers er boven, warme lucht in de PR ladder vanuit de schoorsteen (wel opletten op verkleving), warmte terug win installatie.*

Wat denk je dat je kunt eisen bij leveranciers of van jezelf en/of collega's m.b.t. vochtreductie? *Eisen kan altijd, maar leverancier kan het afwijzen ligt er een beetje aan hoe redelijk is. Van de collega's kan geëist worden dat er niet van de grond geschept wordt of water van de bult wegscheppen.*

E.6. Interview operator 3

Naam: *****

Functie: Machinist

Thema vocht

Zijn er verschillende soorten vocht? *Er is één soort vocht.*

Wat is, in u w beleving, een acceptabel/werkbaar vochtpercentage? *Als het vocht uit de steen is bij het mengen, dan is het werkbaar.*

Waarom is dit acceptabel/werkbaar? *Minder stoken, werkbaar/droog bij het mengen*

Hoe weet u dat? *Kleurverschil, zwaarder materiaal als het vocht bevat vooral bij zand merk je dat.*

Wat verwacht je m.b.t. het vochtpercentage in de grondstoffen van leveranciers en van jezelf/collega's? *Van leveranciers verwacht men dat het zo droog mogelijk wordt aangeleverd. Geen water in het schip anders moet men laarzen aan (soms 10-20 cm water in het schip). Water wordt soms in het schip gepompt om onder bruggen door te kunnen komen, vaak bij een kleine lading. Grote lading is vanaf 1400 ton.*

Van de collega's worden metingen verwacht en er wordt ook verwacht dat de installatie zodanig aangestuurd wordt dat het materiaal droog uit de trommel komt.

Thema vochtintrede

Wat zijn de bronnen van de grondstoffen? *Verschillende plekken; Nederland, Duitsland, België.*

Wanneer is er sprake van vochtintreding? *Bulten/opslag hier. Schepen in principe alleen water in verband met bruggen.*

Wat is de invloed van PR op de vochtintrede? Wat is het verschil met nieuwe grondstoffen qua vocht? Is er een verschil? *Opslag → weer grote invloed (veel/weinig regen). In PR blijft het water meer in zitten, andere materialen blijft het er minder in zitten.*

Thema vocht meten

Welke meetmethoden zijn? *Nat/droog meten in de magnetron*

Welke worden er gehanteerd? *Nat/droog meten in de magnetron*

Waar zou je het beste kunnen meten? *Bulten/goot kan je het beste meten. Al het water zakt naar beneden. 's Ochtends worden dan ook de lopende banden droog gemaakt.*

Waarom kan je daar het beste meten? *Verwacht daar grote verschillen, makkelijkst te meten (laagste punt)*

Bij welke grondstoffen is het, het belangrijkste om te meten? *Zand/ fijne materialen. PR is een categorie apart. PR midden van de bult meten. Is representatief door de druk.*

Waarom is het bij deze grondstoffen belangrijk? *Bij voorkeur alles meten, maar fijnere grondstoffen houden meer vocht vast en PR omdat het een categorie apart is (niet te vergelijken met witte mineralen)*

Hoe vaak denk je dat er gemeten moet worden? *3x per dag; ochtend-middag-voor vertrek.*

Waarom deze frequentie en wat verwacht je qua verandering? *Het meeste vocht zakt in de loop van de nacht. Het is belangrijk in verband met werkwijze (wat gooi je op de bult) Door deze drie metingen verwacht hij de grootste verschillen naar voren te brengen.*

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van vocht op bitumen in het asfaltspecie productieproces? *Aan een natte steen hecht bitumen minder; water stoot af.*

Hoe bepaal je kwaliteit van asfaltspecie? *Met proeven op het lab.*

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt? *Het heeft een nadelig effect (zelf ziet hij het effect niet)*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de witte trommel? *Grotere pluim uit de schoorsteen, verder zie je er vrij weinig van.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de zwarte trommel? *Zie antwoord hierboven.*

Thema reductie van vocht

Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen? *Overkappen materialen, water loopt naar beneden, bij grote productie heeft vocht minder effect. Kraan bij voorkeur binnen de overkapping, aan de zijkant eventueel een mobiele kraan. PR is makkelijk te verrijden met de shovel, dus dat is makkelijk te overkappen.*

Wat denk je dat je kunt eisen bij leveranciers of van jezelf en/of collega's m.b.t. vochtreductie? *Droge opslag bij de leveranciers. Terugkoppeling/betalen voor de 'schade'. Niet betalen voor vocht alleen voor het materiaal. Van je collega's niks, het begint bij binnenkomst/opslag.*

E.7. Interview operator 4

Naam: *****

Functie: Allrounder

Thema vocht

Zijn er verschillende soorten vocht? *Er zijn twee soorten vocht. Vocht dat in het materiaal zit en hemelwater.*

Wat is, in u w beleving, een acceptabel/werkbaar vochtpercentage? *3,0-4,0% vocht is werkbaar, maar bij voorkeur minder.*

Waarom is dit acceptabel/werkbaar? *De materiaalstroom/brander/afzuigstroom zijn beter in de hand te houden.*

Hoe weet u dat? *Aan de standen van het besturingssysteem; brander en onderdruk en er is meer productie mogelijk bij een lager vochtpercentage.*

Wat verwacht je m.b.t. het vochtpercentage in de grondstoffen van leveranciers en van jezelf/collega's? *Van de leveranciers wordt verwacht dat ze er zoveel mogelijk opletten. De afweging wordt dan wel stof vs. vocht, omdat steen nu gewassen wordt om minder stof te hebben. Van collega's wordt verwacht dat ze het probleem in de gaten houden, bijvoorbeeld geen materiaal uit een plas water halen.*

Thema vochtintrede

Wat zijn de bronnen van de grondstoffen? *Boven-Rijn → Duitsland voor de steenslagen en zand komt ook uit Duitsland.*

Wanneer is er sprake van vochtintreding? *Bij het frezen op de weg en hemelwater voor het PR en voor het witte materiaal doordat stenen gewassen worden, het weer en soms doordat een schipper water in het schip pompt.*

Wat is de invloed van PR op de vochtintrede? Wat is het verschil met nieuwe grondstoffen qua vocht? Is er een verschil? *PR houdt vocht langer vast doordat het al gemengd is, vandaar de grote bulten → minder vochtintrede*

Thema vocht meten

Welke meetmethoden zijn? *Nat-droog meten met gebruik van de stoof. Vochtmeters die bijvoorbeeld de betoncentrales gebruiken (voelers).*

Welke worden er gehanteerd? *Nat-droog meten*

Waar zou je het beste kunnen meten? *Trilgoten, aangezien dat rechtstreeks van de bult af komt.*

Waarom kan je daar het beste meten? *Beste indicatie van waar het meeste vocht vandaan komt.*

Bij welke grondstoffen is het, het belangrijkste om te meten? *PR in verband met het opstoken en het verdampen van water en de uitloop temperatuur. Het witte materiaal wordt wel droog in de witte trommel.*

Waarom is het bij deze grondstoffen belangrijk? *Zie vorige vraag.*

Hoe vaak denk je dat er gemeten moet worden? *Hoeft zeker niet continu, weer is namelijk een goede indicatie voor de menger. 1x per dag is genoeg.*

Waarom deze frequentie en wat verwacht je qua verandering? *Afhankelijk van het weer & de aanvoer van het materiaal. De verwachting van de verandering is lastig aan te geven.*

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van vocht op bitumen in het asfaltspecie productieproces? *Bekertje water in bitumentank reageert als een bekertje water in de frituurpan. Het kookt boven in de tank over. Soms is water gewenst bij bitumen, als je kijkt naar schuimbitumen voor laag temperatuur asfalt (LT).*

Hoe bepaal je kwaliteit van asfaltspecie? *Recept voer je in op de molen → aan de hand van monsternamen vanuit de vrachtwagen en boorkernen bepaal je de samenstelling en eventueel het restvocht.*

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van asfalt? *Het heeft geen positieve invloed. Te veel vocht komt niet ten goede van het product en het produceren is duurder.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de witte trommel? *Het drogen gaat langzamer, dus de plek in de trommel waar het materiaal droog is, is later.*

Wat is het effect van vocht tijdens het drogen in de zwarte trommel? *In de zwarte trommel heb je een lagere uitloop temperatuur als er veel vocht aanwezig is en de temperatuur van het afgas is hoger. Als het PR-materiaal droog is, is er ongeveer 15°C verschil tussen de uitloop temperatuur en de afgastemperatuur en als het nat is soms wel meer dan 40°C verschil.*

Thema reductie van vocht

Welke opties zijn er om vocht(intrede) te reduceren of te sturen? *Mogelijkheden zijn overkappen, materiaal zo droog mogelijk binnen krijgen, goede afwatering (verhoogde gaten werken wel) en personeel goed instrueren om bijvoorbeeld niet beneden van de bult te pakken, maar 10-20 cm van de grond af.*

Wat denk je dat je kunt eisen bij leveranciers of van jezelf en/of collega's m.b.t. vochtreductie? *Van de leveranciers een maximaal percentage vocht eisen (max. 5,0% is redelijk) en dit vastleggen in het contract. Als het meer is, bijvoorbeeld kostenvermindering. Van collega's kan geëist worden dat ze bewust met vocht bezig zijn.*

Bijlage F: Interviews externe asfaltexperts

In deze bijlage zijn de interviews te vinden met de asfaltexperts. De interviews zijn weer steek puntsgewijs opgeschreven en niet letter transcript. Om te verifiëren of de interviews voldoen, zijn ze ter controle teruggestuurd naar de geïnterviewde experts. De geïnterviewde heren zijn de directeur van het AKC, de hoofdlaborant van Reef en twee heren van het laboratorium van Ooms Civiel.

F.1. Interview directeur Asfalt Kennis Centrum

Naam: *****

Functie: Directeur Asfalt Kennis Centrum

Thema asfaltproductieproces

Wat zijn proces verstorende omstandigheden/factoren bij het mengen van asfalt? *Proces verstorende omstandigheden en factoren kan vocht zijn als gevolg van het seizoen/klimaat en temperatuur. De opslag buiten zorgt voor vochtiger materiaal en verontreinigingen als stof en klei zijn ook verstorend net als vocht op de verkeerde plek of dat zich bevindt in het gereed product bij het transport. Bij het breken van asfalt wordt water gebruikt om stof te verwijderen, dus als er een andere manier is om stof te verwijderen, dan is er geen water nodig en kost het ook geen extra energie om het water te verdampen. Warme natte lucht is wel beter voor warmteoverdracht dan droge lucht.*

Wat is een acceptabel/werkbaar vochtpercentage in het asfaltproductieproces? En waarom? *Het acceptabele/werkbare vochtpercentage is afhankelijk van onder andere de schoepen in de trommel. Voor steenslag is 1,0-2,0% werkbaar, voor zand wat meer. Zand dient wel onder de 5,0% te zitten. Voor PR geldt lager is beter, 0,0% is echter niet gewenst net als een direct vlam in verband met de warmteoverdracht.*

Wat kan je eisen van leveranciers m.b.t. het vochtpercentage? *Er kan niet veel verwacht worden van leveranciers behalve van zandleveranciers. Soms komt het zand direct uit een zandput of de Westerschelde en wordt zo gelost in het schip. Hier zit dan soms 10,0% vocht in, dat is niet te verwerken en dient afgepompt te worden door de schipper op zijn vaartocht. Dit kan echter niet als je dicht bij de bron zit. Er kan ook geëist worden, om korting te krijgen als er teveel vocht in zit of om minder te betalen aangezien je tonnage ook niet klopt dan.*

Wat wordt er verwacht/geëist van de asfaltproducent m.b.t. vocht? *Er wordt verwacht van de asfaltproducent dat er een restvochtpercentage in zit van 0,1%. Als er meer vocht in zit gaat de bitumen schuimen, druipt deze van de steenslag af en krijg je vette plekken en een slechtere verwerkingsmogelijkheid.*

Thema meten van vocht

Welke methoden zijn er om het vochtpercentage te meten? *Nat-droog meten, continue vochtmeter (veel slijtage en vaak duur), proberen zonder contact te meten.*

Welke methoden zijn er om de invloed van vocht op het asfaltmengsel te bepalen/meten? *RAW proef – restvocht in asfalt. Waterdamp in het mengsel bepalen. Bij ZOAB kan het eruit dampen, bij compactere mengsels blijft de waterdamp in de holle ruimte achter. Dit zorgt er ook voor dat het asfalt ingedrukt wordt met het walsen en erna weer omhoog veert. De dampspanning drukt dan terug bij het walsen. Er ontstaat bij het vervoer ook een soort van modder structuur als er restvocht in zit, waardoor er afdruipt (&ontmenging) plaatsvindt en vette plekken ontstaan.*

Waar/op welke plaats in het asfaltproductieproces wordt het vochtpercentage gemeten/dient het vochtpercentage gemeten te worden? *Vocht kan het beste gemeten bij de transportband voor de trommel of bij de warmmineraalbunkers.*

Hoe vaak moet het vochtpercentage gemeten worden? *Continu meting is het beste, want dan kan de menger daar op sturen.*

Bij welke grondstoffen moet het vochtpercentage gemeten worden? *Zand, want daar zit relatief veel vocht in, maar wordt wel steeds minder gebruikt in mengsels. PR ook, maar dat is hollen of stilstaan qua voorraad. Vocht over de weegbrug is voor de leverancier voordeliger.*

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van water op bitumen bij..

- a) **Het mengen van asfalt?** *Water settelt zich in de holle ruimte van de steen.*
- b) **Het verwerken van asfalt?** *Daar is water in het mengsel direct merkbaar, het mengsel is viskeuzer geworden (modderstructuur)*
- c) **Het gebruik van asfalt (op de weg)?** *Scheuren en rafelen door klimaat(o.a. water) alleen al, verkeer verdicht en 'masseert' het asfalt als het ware dagelijks. Effect op lange termijn lastig te bepalen.*

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van het asfaltmengsel? *Slechte invloed, maar dat is lastig te bepalen/bewijzen door de vele verschillende factoren.*

Hoe wordt de kwaliteit van asfalt bepaald? *Draagkrachtmetering geeft een goede indicatie. Deze meting wordt gedaan op de gehele asfaltconstructie of op de onderlaag in combinatie met de tussenlaag, om eventueel nog een extra tussenlaag aan te kunnen brengen om het te verbeteren indien het niet voldoet. Asfalt neemt eerst toe in sterkte alvorens het weer afneemt na een aantal jaren. Als de sterkte al afneemt na een jaar, dan is het tijd om zenuwachtig te worden.*

Wat is het effect van vocht op PR? *Het heeft een positief effect, PR heeft bewezen zich goed te kunnen weren tegen de effecten van het verkeer en klimaat. Als dit niet zo was, dan was het opgeruimd met een laadbak, want dan was er weinig meer van over. Het heeft bewezen zich goed te kunnen hechten over een langere periode.*

Wat is het effect van freeze of breken op het vochtpercentage van PR? -

Is er een voorbeeld van 'rolling bottle'/'stripping-effect'? **Hoe ziet dat eruit?** *Is te zien in het laboratorium. Ze zijn net weer begonnen met verschillende testen. Er is veel onderzoek naar gedaan en elk land had zijn eigen test om het 'stripping-effect' te meten. Het meeste verschil (80%) wordt veroorzaakt door de verschillende soorten steen en maar 20% door het gebruik van andere bitumen als men kijkt naar 'stripping-effect'.*

Wat zijn opties om vocht(intrede) te reduceren of sturen? *Vocht minimaliseren bijvoorbeeld door een vochtvreter als cement toe te voegen of een vulstof met een vochtvreter er in. Vocht wordt steeds meer gebruikt op een positieve manier, bijvoorbeeld in LT-asfalt. Dan wordt water geïntroduceerd in de holle ruimte voor het mengen en verwerken en dit vocht wordt later 'opgegeten' als het water door cement (vochtvreter).*

F.2. Interview hoofdlaborant Reef Infra

Naam: *****

Functie: Hoofdlaborant bij Reef Infra

Thema asfaltproductieproces

Wat zijn proces versturende omstandigheden/factoren bij het mengen van asfalt? *De versturende omstandigheden/factoren kunnen zijn homogeniteit, verontreinigingen als klinkers/zand/wortels of vocht, te grote brokken freesasfalt*

Wat is een acceptabel/werkbaar vochtpercentage in het asfaltproductieproces? En waarom? *Vocht is niet gewenst bij verwerking. Vocht maakt echter wel een smeueriger mengsel. Er wordt ook advera een zeoliet toegevoegd om het beter verwerkbaar te krijgen bij lage temperatuur asfalt (LT) (ca. 0,3%). Het verstijvende proces dat plaatsvindt bij bitumen is langzamer. Voor zand is een acceptabel vochtpercentage 5,0%, PR koud <5,0%, 3,0% is wel meer gewenst bij koud PR, voor steenslag is een 1,5% redelijk. Brekerinstallatie geeft een redelijk constant vochtpercentage (max. 1,5% vocht) wat vroeger in het kleine PR vak lag.*

Wat kan je eisen van leveranciers m.b.t. het vochtpercentage? Zand werd teruggestuurd als het bijvoorbeeld 10,0% vocht had. Je kunt wel wat eisen van leveranciers. Je betaalt anders dubbel voor het water. 1. Je betaalt voor water in plaats van de juiste grondstof en 2. Je moet extra geld verstoken om het water er weer uit te krijgen.

Wat wordt er verwacht/geëist van de asfaltproducent m.b.t. vocht? Er wordt qua vocht eigenlijk niks verwacht, wel een kwalitatief goed mengsel van constante kwaliteit en temperatuur. Een te heet mengsel zorgt voor rookontwikkeling waardoor een machinist zich minder goed voelt na een dag op de asfaltspreider en te koud asfalt zorgt voor een slechte verwerking. Regen bij het verwerken van asfalt zorgt ervoor dat het asfalt sneller afkoelt. Stripping vindt wel plaats maar is tijdsgebonden en over een aantal jaren pas zichtbaar.

Thema meten van vocht

Welke methoden zijn er om het vochtpercentage te meten? HD2-meter, vochtmeters met nucleaire bron (aan vergunning verbonden in verband met gammastraling), microgolf vochtmeter, nat-droog meten met een droogstoof of brander

Welke methoden zijn er om de invloed van vocht op het asfaltmengsel te bepalen/meten? Rolling bottle en zelf een mengsel maken in het lab met verschillende vochtpercentages om het effect te meten.

Waar/op welke plaats in het asfaltproductieproces wordt het vochtpercentage gemeten/dient het vochtpercentage gemeten te worden? Gereed product, maar dan loop je achter de feiten aan. Materiaal net voor de trommel dan kan de menger zijn trommel aanpassen of materiaal net voor het mengen, zodat je weet wat er in je mengsel zit.

Hoe vaak moet het vochtpercentage gemeten worden? Dit is afhankelijk van de homogeniteit. Als het regent is de onderkant en zijkant nat, maar binnenin droog. Afhankelijk van het weer is één keer per dag voldoende. PR trekt het minder snel in, maar het blijft er erg lang in zitten.

Bij welke grondstoffen moet het vochtpercentage gemeten worden? Zand en frees materiaal omdat dit het meeste effect heeft. Hoe fijner het materiaal hoe meer vocht en freesmateriaal omdat 60% van je mengsel er vaak uit bestaat.

Thema effecten van vocht

Wat is het effect van water op bitumen bij..

- a) **Het mengen van asfalt?** Stoomvorming, stoomexplosies bij koud PR toevoegen. Amperage menger is lager doordat het mengsel viskeuzer is.
- b) **Het verwerken van asfalt?** Smeuiger bij het verwerken, dus makkelijker te verwerken. Wit is meer ontmengd dan mengsels waar PR in zit verwerkt. Het is een homogener mengsel dan.
- c) **Het gebruik van asfalt (op de weg)?** Stripping-effect dat optreedt na 5-15 jaar. Dit is wel bitumen in combinatie met vulstof en mineralen. Asfalt blijft altijd 'werken'; bovenkant van het asfalt kan op een zonnige dag tot 60 °C worden.

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van het asfaltmengsel? Het wordt slechter, stabiliteit/vermoeiing en samenhang wordt verminderd door het stripping-effect. ITSr-proef zet men op het verkeerde been. Je vergelijkt een proefstuk aan zichzelf in plaats van aan een 'normaal/gemiddeld' proefstuk.

Hoe wordt de kwaliteit van asfalt bepaald? Molen gemengde blokjes maken en beproeven, dat geeft een indicatie of de molen wel of niet op de goede weg zit en typetesten.

Wat is het effect van vocht op PR? Vocht gaat makkelijk erin, maar moeilijk eruit.

Wat is het effect van frezen of breken op het vochtpercentage van PR? Als men snel met de frees door het asfalt gaat, dan ontstaan er schollen die niet te verwerken zijn in de asfaltcentrale, waardoor dit nog gebroken dient te worden. Als er rustig gefreesd wordt, dan zullen er kleine stukjes ontstaan. Gebroken PR is homogener en kan je aan bijna elk mengsel toevoegen. Qua vocht maakt het eigenlijk niks uit. Als het gebroken wordt, dampt er nog een beetje water uit en er wordt alleen water toegevoegd ter bescherming van de beitels. Bij breekasfalt is het weer wel erg van belang,

indien er in de regen gebroken wordt, kunnen de vochtpercentages oplopen tot 8% (Jeroen v.d. Spiegel)

Is er een voorbeeld van 'rolling bottle'/'stripping-effect'? Hoe ziet dat eruit? -

Wat zijn opties om vocht(intrede) te reduceren of sturen? *De opties zijn materiaal overdekken, met frezen valt wat te verdienen (minder vocht door vrachtwagens te sluiten in plaats van met kleppen open te rijden) en met mooi weer breken.*

F.3. Interview manager central laboratory & laborant

Naam: ***** & *****

Functie: Manager central laboratory Ooms Civiel & laborant Ooms Civiel

Asfaltproductieproces

Wat zijn proces verstorende omstandigheden/factoren bij het mengen van asfalt? *Proces verstorende factoren zijn wisselingen van het percentage aan vocht, mengselwisselingen en het draaien van kleine porties wegens de beperking van het sturen dan.*

Wat is een acceptabel/werkbaar vochtpercentage in het asfaltproductieproces? En waarom? *Dit is per molen verschillend en ligt aan de installatie. Vanuit de praktijk/molen is dat het beste bekend.*

Wat kan je eisen van leveranciers m.b.t. het vochtpercentage? *Het is afhankelijk van de vaarroute die de leveranciers en dan voornamelijk de afstand tussen de bron en de producent. Dit in combinatie met de pompcapaciteit van een schip. Verder ligt het aan de afzuiging van de installatie welk percentage nodig is om te eisen.*

Wat wordt er verwacht/geëist van de asfaltproducent m.b.t. vocht? *Er wordt geëist dat er maximaal 0,1% restvocht in het mengsel zit, maar over het algemeen zal ook dat percentage aan vocht weg zijn als men het asfalmengsel gaat verwerken.*

Metten van vocht

Welke methoden zijn er om het vochtpercentage te meten? *Het nat-droog meten met behulp van een stoof of magnetron. Vroeger gebruikte ze carbid ampullen om het vocht te meten, maar dit is gedateerd en wordt niet meer gebruikt. Verder kan er nog nucleair gemeten worden, maar hier dient rekening mee gehouden te worden met de vergunning.*

Welke methoden zijn er om de invloed van vocht op het asfalmengsel te bepalen/meten? *Stripping als gevolg van vocht bepalen door bijvoorbeeld de rolling- bottle test of een kook test doen door het mengsel in kokend water te doen. Bij verwerking heeft men minder last van regen dan van de wind als men een dicht mengsel (bijvoorbeeld DAB) gaat verwerken.*

Waar/op welke plaats in het asfaltproductieproces wordt het vochtpercentage gemeten/dient het vochtpercentage gemeten te worden? *Het is makkelijker om de bouwstoffen te keuren dan het mengsel. Dan ben je er direct bij en kan er een constanter product gegarandeerd worden.*

Hoe vaak moet het vochtpercentage gemeten worden? *Bouwstoffen meten bij binnenkomst, het is redelijk constant het vochtpercentage behalve bij het PR. Steen is altijd bijna droog, zand wel meten in verband met de prijs die je ervoor betaald en PR meten als de menger zegt dat het niet droog is. Bij het gebruik van een berg PR → 1. Berg in gebruik 2. Reserve/back-up 3. Opbouw nieuwe berg. Zodoende is er een redelijk te handhaven vochtpercentage en is die in vrijwel de gehele berg hetzelfde. PR niet lager pakken dan 0,5-1,0 meter van de grond en wat daar ligt aan PR aan de kant leggen zodat het vocht er verder uit kan zakken. Deze onderste laag wordt ook niet direct gebruikt.*

Bij welke grondstoffen moet het vochtpercentage gemeten worden? *PR dient gemeten te worden, dit kan visueel maar ook via één van de bovengenoemde methoden.*

Effecten van vocht

Wat is het effect van water op bitumen bij..

- a) **Het mengen van asfalt?** *De hechting van bitumen aan de steenslag wordt minder.*

- b) Het verwerken van asfalt?** *Verdichting wordt lastiger gehaald, doordat vocht expandeert. Stoom is vele malen groter dan water. Het expanderen is te zien, doordat het asfalt weer omhoog gaat nadat de wals eroverheen is gegaan.*
- c) Het gebruik van asfalt (op de weg)?** *Levensduur verkortend; er ontstaat rafeling door vocht en niet door het gebruikt. (Er worden ook asfaltmengsels aangebracht onder water als dijkbescherming, daarbij heeft water dus minder/geen effect)*

Wat is het effect van vocht op de kwaliteit van het asfaltmengsel? *Het heeft een negatief levens verkortend effect. De ergste veroudering van de bitumen vindt plaats in de menger voor de meeste mengsels.*

Hoe wordt de kwaliteit van asfalt bepaald? *De kwaliteit van asfalt wordt bepaald door samenstelling + verdichting + laagdikte te bepalen. Men is nu pas bezig met kwaliteit en levensduur garantie. Stijfheid van de asfaltlagen of asfaltconstructie wordt gemeten door valgewicht deflectiemeting. Levensduur van een asfaltweg wordt verlengd tot er budget is door steeds stukjes eruit te halen en te vervangen.*

Wat is het effect van vocht op PR? *Het wordt nat, niet beter of slechter. Het heeft weer en wind overleefd in de weg, dus vocht doet niet zoveel meer als het PR is.*

Wat is het effect van frezen of breken op het vochtpercentage van PR? *Bij het breken van grote brokken PR komt er minder vocht in dan bij het in stukjes frezen van het materiaal. Dit komt omdat het grotere brokken zijn en dus minder vocht intreedt naar verhouding.*

Is er een voorbeeld van 'rolling bottle'/'stripping-effect'? *Hoe ziet dat eruit? Voorbeeld gezien en bekeken.*

Wat zijn opties om vocht(intrede) te reduceren of sturen? *Er zijn verschillende mogelijkheden om vochtintrede te verminderen. Dit zijn een overkapping bouwen (PR overkapping is lastig terug te winnen alleen op basis van vochtvermindering), werkwijze van de machinisten bij het voeden van bouwstoffen en PR bij voorkeur breken in plaats van frezen.*

Bijlage G: Metingen

In deze bijlage zijn de meetgegevens te vinden van alle metingen die gedaan zijn voor dit onderzoek. Erna is het percentage vocht als volgt uitgerekend:

$$\% \text{ vocht} = \frac{\text{nat gewicht} - \text{droog gewicht}}{\text{droog gewicht}} \quad (3)$$

De figuren onder de tabellen (G.2.-G.25.) geven weer wat de verhouding is van het vochthoudende materiaal in het mengsel en in welke verhouding elk materiaal vocht in het mengsel brengt.

G.1. Metingen grondstoffen

Tabel 16: Metingen grondstoffen

Grondstof	PR 1/6 11:10u vak 1	Grondstof	PR 1/6 11:12u vak 3
Gewicht schaal	769,1 gram	Gewicht schaal	765,5 gram
Gewicht nat + schaal	1577,7 gram	Gewicht nat + schaal	1822,9 gram
Gewicht droog + schaal	1539,7 gram	Gewicht droog + schaal	1776,9 gram
% vocht	4,9%	% vocht	4,5%

Grondstof	Fijnzand 1/6 14:14	Grondstof	Grofzand 1/6 14:13
Gewicht schaal	749,0 gram	Gewicht schaal	765,6 gram
Gewicht nat + schaal	1287,4 gram	Gewicht nat + schaal	1306,1 gram
Gewicht droog + schaal	1260,2 gram	Gewicht droog + schaal	1295,2 gram
% vocht	5,3%	% vocht	2,1%

Grondstof	Brekerzand 1/6 14:11	Grondstof	Grofzand 3/607:53
Gewicht schaal	765,0 gram	Gewicht schaal	748,1 gram
Gewicht nat + schaal	1229,4 gram	Gewicht nat + schaal	1424,6 gram
Gewicht droog + schaal	1206,7 gram	Gewicht droog + schaal	1404,6 gram
% vocht	5,1%	% vocht	3,0%

Grondstof	Brekerzand 3/6 07:51	Grondstof	Grauwacke 5/8 3/6 07:52
Gewicht schaal	787,1 gram	Gewicht schaal	470,2 gram
Gewicht nat + schaal	1377,4 gram	Gewicht nat + schaal	1058,8 gram
Gewicht droog + schaal	1354,1 gram	Gewicht droog + schaal	1053,4 gram
% vocht	4,1%	% vocht	0,9%

Grondstof	Grauwacke 8/11 3/6 09:45	Grondstof	Porfier 4/8 8/6 14:43
Gewicht schaal	787,4 gram	Gewicht schaal	734,2 gram

Gewicht nat + schaal	1497,6 gram	Gewicht nat + schaal	1313,2 gram
Gewicht droog + schaal	1490,6 gram	Gewicht droog + schaal	1305,8 gram
% vocht	1,0%	% vocht	1,3%

Grondstof	Fijnzand 8/6 14:45	Grondstof	Brekerzand 8/6 14:53
Gewicht schaal	770,1 gram	Gewicht schaal	748,0 gram
Gewicht nat + schaal	1421,8 gram	Gewicht nat + schaal	1299,5 gram
Gewicht droog + schaal	1393,9 gram	Gewicht droog + schaal	1277 gram
% vocht	4,5%	% vocht	4,3 gram

Grondstof	Cloburn red 4/8 8/6 14:49	Grondstof	Grauwacke 4/8 8/6 14:51
Gewicht schaal	786,9 gram	Gewicht schaal	748,9 gram
Gewicht nat + schaal	1362,7 gram	Gewicht nat + schaal	1275,6 gram
Gewicht droog + schaal	1356,9 gram	Gewicht droog + schaal	1273,6 gram
% vocht	1,0%	% vocht	0,4%

G.2. Proefmeting 27 mei

Tabel 17: Proefmeting 27-5

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	7:21
Steenslag	7:23
PR	7:25

Mengsel

Code	122511
Naam	AC 22 BASE OL-B 60%

Gewicht schalen (gram)

Zand	749,0
Steenslag	748,1
PR	735,8

Branderstand (%)

Wit	45
Zwart	89

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1151,0
Steenslag	1598,7
PR	1709,0

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1135,2
Steenslag	1594,0
PR	1672,5

Gewicht nat (gram)

Zand	402,0
Steenslag	850,6
PR	973,2

Gewicht droog (gram)

Zand	386,2
Steenslag	845,9
PR	936,7

Percentage vocht (%)

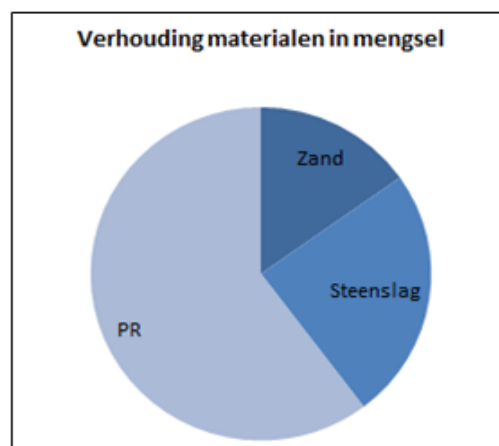
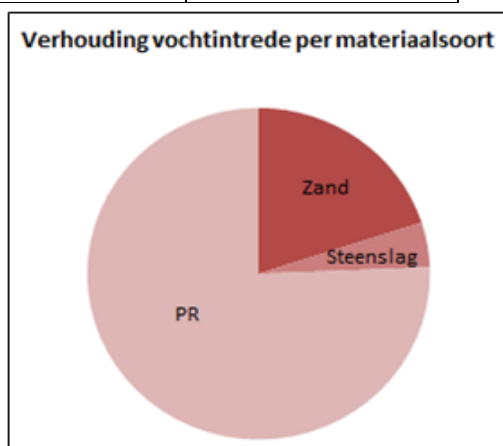
Zand	4,1
Steenslag	0,6
PR	3,9

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	15,12
Steenslag	24,37
PR	60,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,6
Steenslag	0,1
PR	2,3
Totaal	3,1



Figuur 22: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.3. Meting 28 mei (1)

Tabel 18: Meting 28 mei (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	8:07
Steenslag	8:04
PR	8:01

Mengsel

Code	122511
Naam	AC 22 BASE OL-B 60%

Gewicht schalen(gram)

Zand	748,1
Steenslag	748,9
PR	769,1

Branderstand (%)

Wit	38
Zwart	76

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1431,7
Steenslag	1281,5
PR	909,2

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1404,3
Steenslag	1276,2
PR	903,9

Gewicht nat (gram)

Zand	683,6
Steenslag	532,6
PR	140,1

Gewicht droog (gram)

Zand	656,2
Steenslag	527,3
PR	134,8

Percentage vocht (%)

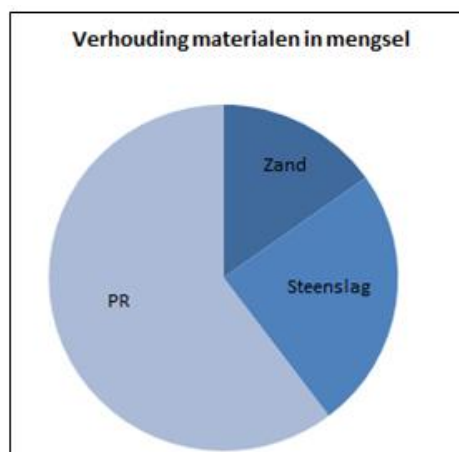
Zand	4,2
Steenslag	1,0
PR	3,9

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	15,12
Steenslag	24,37
PR	60,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,6
Steenslag	0,2
PR	2,4
Totaal	3,2



Figuur 23: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.4. Meting 28 mei (2)

Tabel 19: Meting 28 mei (2)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	11:55
Steenslag	11:57

Mengsel

Code	608751
Naam	AC 8 SURF DL-B 40/60 Mor.

Gewicht schalen (gram)

Zand	748,3
Steenslag	748,9

Branderstand (%)

Wit	54
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1173
Steenslag	1376,1

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1154,8
Steenslag	1367,4

Gewicht nat (gram)

Zand	424,7
Steenslag	627,2

Gewicht droog (gram)

Zand	406,5
Steenslag	618,5

Percentage vocht (%)

Zand	4,5
Steenslag	1,4

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	31,85
Steenslag	55,01

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,4
Steenslag	0,8
Totaal	2,2



Figuur 24: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.5. Meting 28 mei (3)

Tabel 20: Meting 28 mei (3)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	12:14
Steenslag	12:15

Mengsel

Code	808201
Naam	SMA-NL 8B DL-B 40/60 Mor.

Gewicht schalen (gram)

Zand	787,3
Steenslag	765,5

Branderstand (%)

Wit	48
-----	----

Gewicht nat + schaal

Zand	1234,5
Steenslag	1517,5

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1220,5
Steenslag	1510,5

Gewicht nat (gram)

Zand	447,2
Steenslag	752,0

Gewicht droog (gram)

Zand	433,2
Steenslag	745,0

Percentage vocht (%)

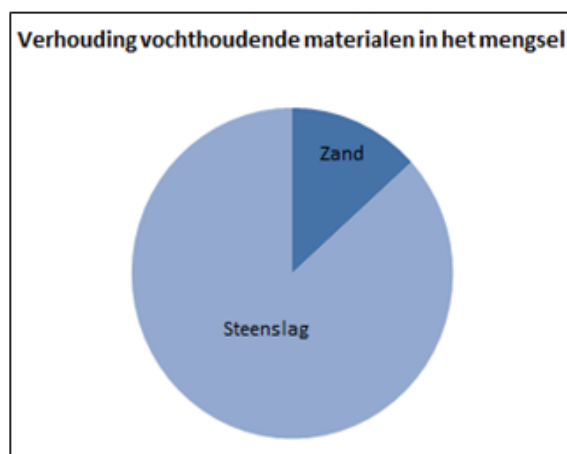
Zand	3,2
Steenslag	0,9

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,92
Steenslag	77,64

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,4
Steenslag	0,7
Totaal	1,1



Figuur 25: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.6. Meting 1 juni (1)

Tabel 21: Meting 1 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	10:55
Steenslag	10:57
PR	10:59

Mengsel

Code	316151
Naam	AC 16 BIND T1-B 55%

Gewicht schalen (gram)

Zand	782,3
Steenslag	766,3
PR	765,4

Branderstand (%)

Wit	46
Zwart	75

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1403,9
Steenslag	1300,1
PR	1630,9

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1376,1
Steenslag	1292,0
PR	1597,7

Gewicht nat (gram)

Zand	621,6
Steenslag	533,8
PR	865,5

Gewicht droog (gram)

Zand	593,8
Steenslag	525,7
PR	832,3

Percentage vocht (%)

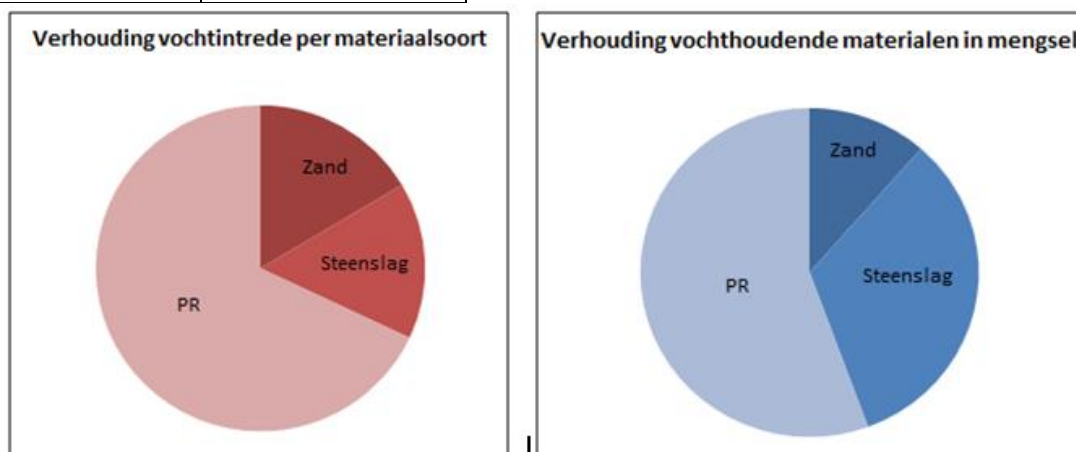
Zand	4,7
Steenslag	1,5
PR	4,0

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,34
Steenslag	32,57
PR	55,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,5
Steenslag	0,5
PR	2,2
Totaal	3,2



Figuur 26: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.7. Meting 1 juni (2)

Tabel 22: Meting 1 juni (2)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	14:09
Steenslag	14:07
PR	14:05

Mengsel

Code	122361
Naam	AC 22 BASE OL-C 60%

Gewicht schalen (gram)

Zand	768,6
Steenslag	783,2
PR	766,4

Branderstand (%)

Wit	44
Zwart	73

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1302,9
Steenslag	1307,9
PR	1378,1

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1280,9
Steenslag	1301,3
PR	1354,4

Gewicht nat (gram)

Zand	534,3
Steenslag	524,7
PR	611,7

Gewicht droog (gram)

Zand	512,3
Steenslag	518,1
PR	588,0

Percentage vocht (%)

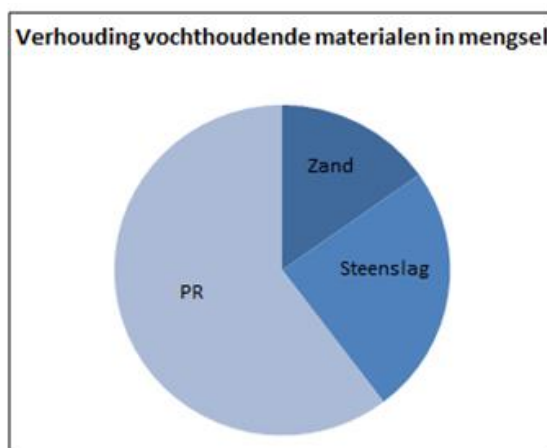
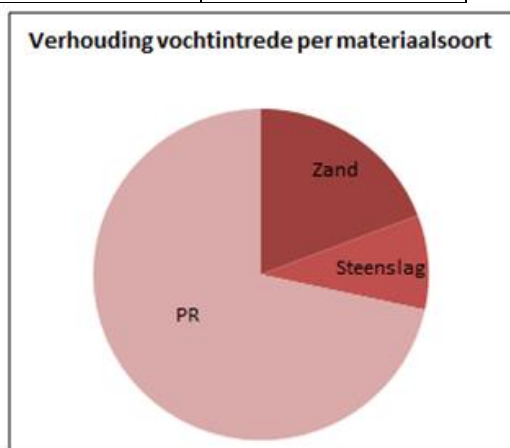
Zand	4,3
Steenslag	1,3
PR	4,0

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	15,12
Steenslag	24,37
PR	60,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,6
Steenslag	0,3
PR	2,4
Totaal	3,4



Figuur 27: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.8. Meting 1 juni (3)

Tabel 23: Meting 1 juni (3)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	14:53
Steenslag	14:55

Mengsel

Code	611751
Naam	AC 11 SURF DL-B Mor.

Gewicht schalen (gram)

Zand	749,0
Steenslag	748,1

Branderstand (%)

Wit	60
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	941,9
Steenslag	1384,9

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	932,1
Steenslag	1368,7

Gewicht nat (gram)

Zand	192,9
Steenslag	636,8

Gewicht droog (gram)

Zand	183,1
Steenslag	620,6

Percentage vocht (%)

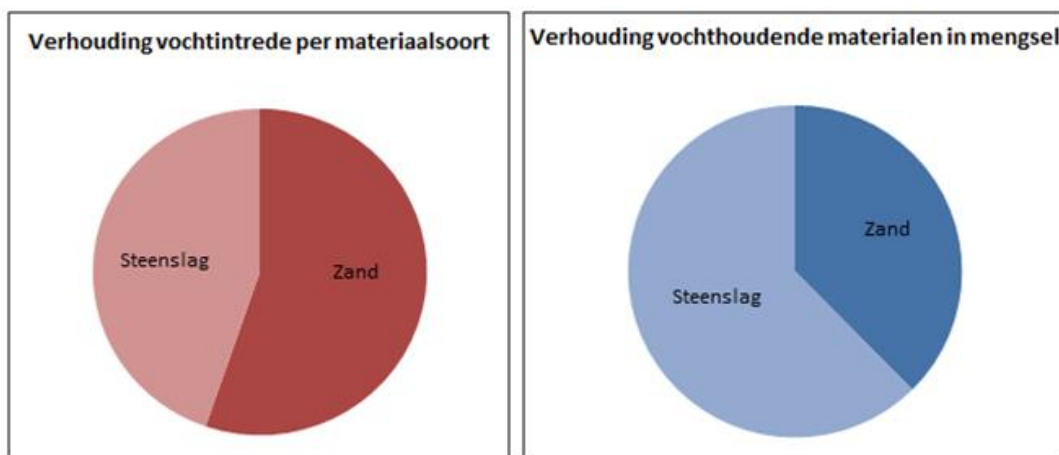
Zand	5,4
Steenslag	2,6

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	35,03
Steenslag	58,11

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,9
Steenslag	1,5
Totaal	3,4



Figuur 28: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.9. Meting 2 juni (1)

Tabel 24: Meting 2 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	7:14
Steenslag	7:12

Mengsel

Code	608751
Naam	AC 8 SURF Mor. 40/60

Gewicht schalen (gram)

Zand	770,0
Steenslag	734,3

Branderstand (%)

Wit	56
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1297,2
Steenslag	1279,9

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1273,8
Steenslag	1265,2

Gewicht nat (gram)

Zand	527,2
Steenslag	545,6

Gewicht droog (gram)

Zand	503,8
Steenslag	530,9

Percentage vocht (%)

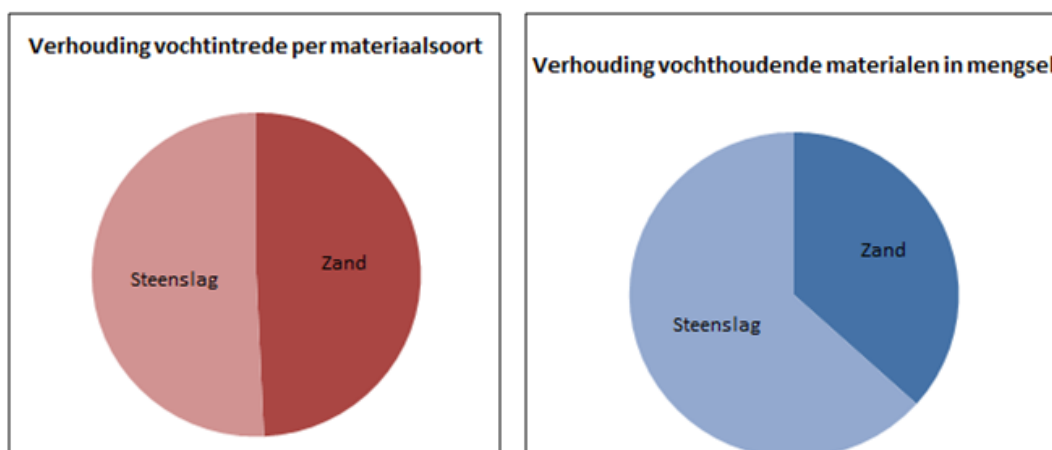
Zand	4,6
Steenslag	2,8

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	31,85
Steenslag	55,01

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,5
Steenslag	1,5
Totaal	3,0



Figuur 29: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.10. Meting 3 juni (1)

Tabel 25: Meting 3 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	7:52
Steenslag	7:54

Mengsel

Code	811202
Naam	SMA-NL 11B Grau.

Gewicht schalen (gram)

Zand	
Steenslag	

Branderstand (%)

Wit	45
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	
Steenslag	

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	
Steenslag	

Gewicht nat (gram)

Zand	
Steenslag	

Gewicht droog (gram)

Zand	
Steenslag	

Percentage vocht (%)

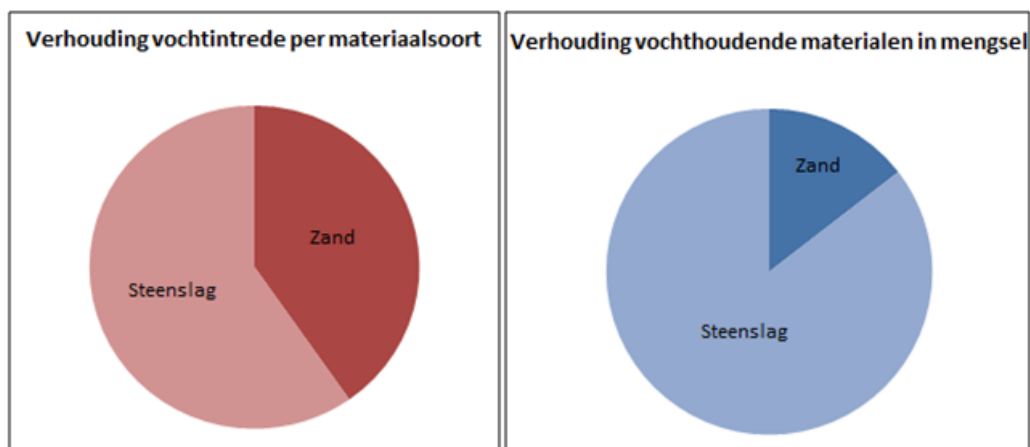
Zand	3,8
Steenslag	1,0

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	13,15
Steenslag	77,28

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,5
Steenslag	0,7
Totaal*	1,2



Figuur 30: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.11. Meting 9 juni (1)

Tabel 26: Meting 9 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	8:17
Steenslag	8:19
PR	8:21

Mengsel

Code	316151
Naam	AC 16 BIND T1-B 55%

Gewicht schalen (gram)

Zand	765,5
Steenslag	770,3
PR	734,3

Branderstand (%)

Wit	45
Zwart	73

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1349,8
Steenslag	1298,2
PR	1299,6

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1325,9
Steenslag	1290,6
PR	1280,4

Gewicht nat (gram)

Zand	584,3
Steenslag	527,9
PR	565,3

Gewicht droog (gram)

Zand	560,4
Steenslag	520,3
PR	546,1

Percentage vocht (%)

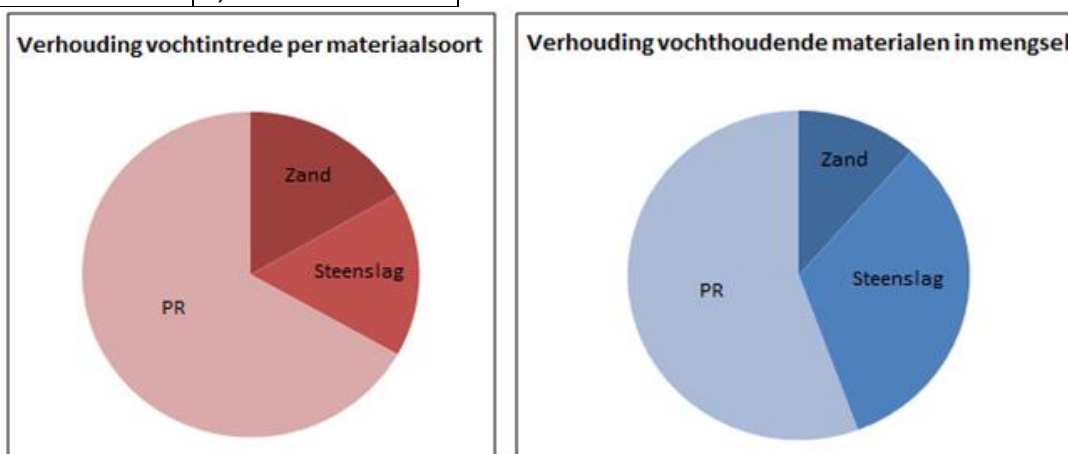
Zand	4,3
Steenslag	1,5
PR	3,5

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,34
Steenslag	32,57
PR	55,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,5
Steenslag	0,5
PR	1,9
Totaal	2,9



Figuur 31: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.12. Meting 9 juni (2)

Tabel 27: Meting 9 juni (2)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	8:56
Steenslag	8:58
PR	9:00

Mengsel

Code	316151
Naam	AC 16 BIND T1-B 55%

Gewicht schalen (gram)

Zand	749
Steenslag	748,2
PR	787,3

Branderstand (%)

Wit	45
Zwart	73

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1318,9
Steenslag	1319,1
PR	1288,1

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1295,8
Steenslag	1311,4
PR	1274,8

Gewicht nat (gram)

Zand	569,9
Steenslag	570,9
PR	500,8

Gewicht droog (gram)

Zand	546,8
Steenslag	563,2
PR	487,5

Percentage vocht (%)

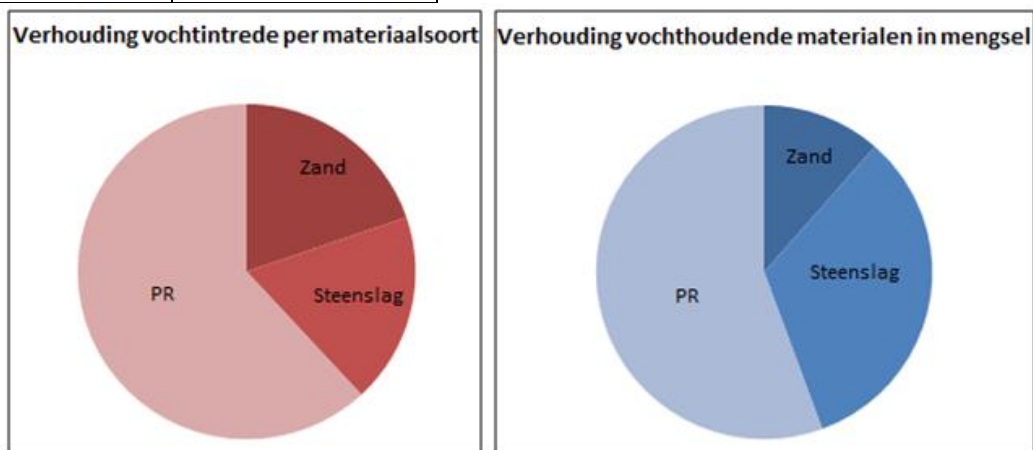
Zand	4,2
Steenslag	1,4
PR	2,7

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,34
Steenslag	32,57
PR	55,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,5
Steenslag	0,4
PR	1,5
Totaal	2,4



Figuur 32: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.13. Meting 10 juni (1)

Tabel 28: Meting 10 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	7:23
Steenslag	7:25

Mengsel

Code	616751
Naam	AC 16 SURF D2

Gewicht schalen (gram)

Zand	748,9
Steenslag	748,2

Branderstand (%)

Wit	52
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1254,6
Steenslag	1239,7

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1233,8
Steenslag	1229,3

Gewicht nat (gram)

Zand	505,7
Steenslag	491,5

Gewicht droog (gram)

Zand	484,9
Steenslag	481,1

Percentage vocht (%)

Zand	4,3
Steenslag	2,2

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	32,03
Steenslag	61,81

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,4
Steenslag	1,3
Totaal	2,7



Figuur 33: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.14. Meting 10 juni (2)

Tabel 29: Meting 10 juni (2)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	11:54
Steenslag	11:56
PR	11:58

Mengsel

Code	316151
Naam	AC 16 BIND T1-B 55%

Gewicht schalen (gram)

Zand	766,1
Steenslag	786,7
PR	734,5

Branderstand (%)

Wit	42
Zwart	63

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1369,6
Steenslag	1170,2
PR	1272,5

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1345,8
Steenslag	1166,0
PR	1264,8

Gewicht nat (gram)

Zand	603,5
Steenslag	383,5
PR	538,0

Gewicht droog (gram)

Zand	579,7
Steenslag	379,3
PR	530,3

Percentage vocht (%)

Zand	4,1
Steenslag	1,1
PR	1,5

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,34
Steenslag	32,57
PR	55,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,5
Steenslag	0,4
PR	0,8
Totaal	1,6



Figuur 34: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.15. Meting 10 juni (3)

Tabel 30: Meting 10 juni (3)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	12:25
Steenslag	12:27
PR	12:29

Mengsel

Code	316151
Naam	AC 16 BIND T1-B 55%

Gewicht schalen (gram)

Zand	770,2
Steenslag	764,6
PR	765,6

Branderstand (%)

Wit	42
Zwart	61

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1268,4
Steenslag	1199,1
PR	1263,7

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1248,9
Steenslag	1194,5
PR	1254,2

Gewicht nat (gram)

Zand	498,2
Steenslag	434,5
PR	498,1

Gewicht droog (gram)

Zand	478,7
Steenslag	429,9
PR	488,6

Percentage vocht (%)

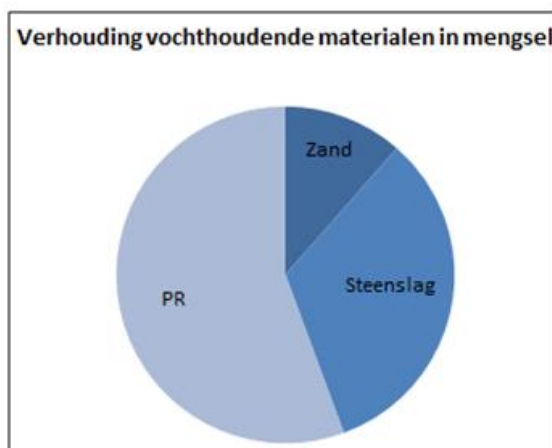
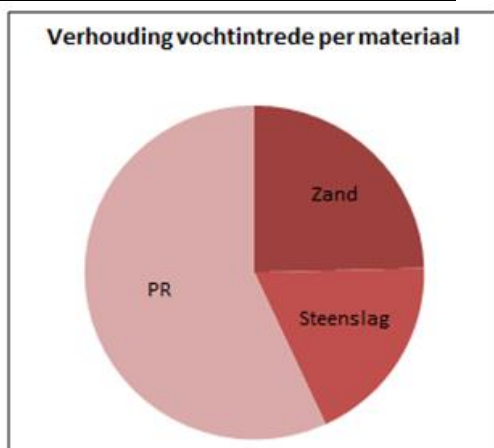
Zand	4,1
Steenslag	1,1
PR	1,9

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,34
Steenslag	32,57
PR	55,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,5
Steenslag	0,3
PR	1,1
Totaal	1,9



Figuur 35: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.16. Meting 10 juni (4)

Tabel 31: Meting 10 juni (4)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	13:43
Steenslag	13:45
PR	13:47

Mengsel

Code	322061
Naam	AC 22 BIND TL-C 60%

Gewicht schalen (gram)

Zand	786,7
Steenslag	734,3
PR	770,2

Branderstand (%)

Wit	42
Zwart	59

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1312,2
Steenslag	1146,4
PR	1286

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1291,7
Steenslag	1143,6
PR	1277,6

Gewicht nat (gram)

Zand	525,5
Steenslag	412,1
PR	515,8

Gewicht droog (gram)

Zand	505,0
Steenslag	409,3
PR	507,4

Percentage vocht (%)

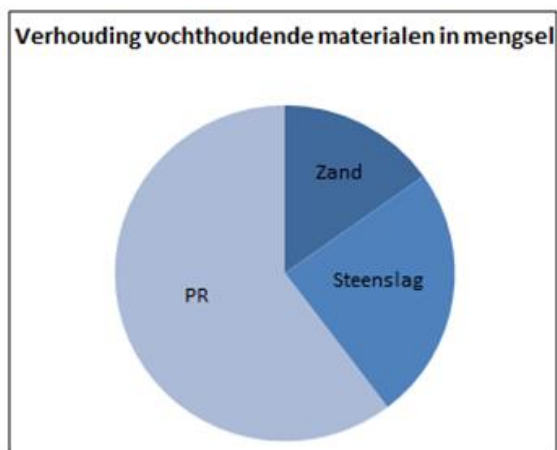
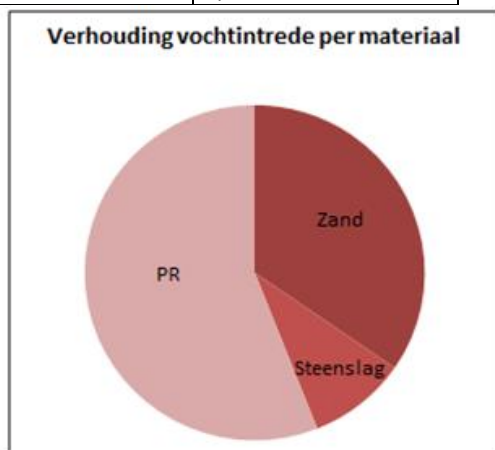
Zand	4,1
Steenslag	0,7
PR	1,7

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	15,12
Steenslag	24,37
PR	60,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,6
Steenslag	0,2
PR	1,0
Totaal	1,8



Figuur 36: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.17. Meting 10 juni (5)

Tabel 32: Meting 10 juni (5)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	15:58
Steenslag	16:00

Mengsel

Code	611751
Naam	AC 11 SURF DL-B Mor.

Gewicht schalen (gram)

Zand	749,0
Steenslag	748,2

Branderstand (%)

Wit	54
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1288,0
Steenslag	1201,2

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1269,2
Steenslag	1191,9

Gewicht nat (gram)

Zand	539,0
Steenslag	453,0

Gewicht droog (gram)

Zand	520,2
Steenslag	443,7

Percentage vocht (%)

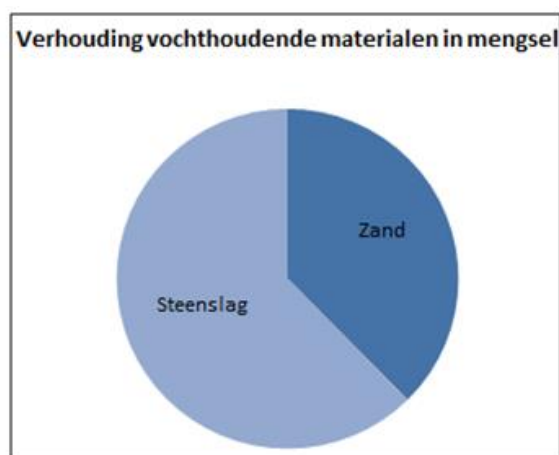
Zand	3,6
Steenslag	2,1

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	35,03
Steenslag	58,11

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,3
Steenslag	1,2
Totaal	2,5



Figuur 37: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.18. Meting 11 juni (1)

Tabel 33: Meting 11 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	19:15
Steenslag	9:17
PR	9:19

Mengsel

Code	316151
Naam	AC 16 BIND T1-B 55%

Gewicht schalen (gram)

Zand	787,4
Steenslag	734,7
PR	770,1

Branderstand (%)

Wit	47
Zwart	60

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1258,3
Steenslag	1513,5
PR	1240,6

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1240,1
Steenslag	1505,9
PR	1231,6

Gewicht nat (gram)

Zand	470,9
Steenslag	778,8
PR	470,5

Gewicht droog (gram)

Zand	452,7
Steenslag	771,2
PR	461,5

Percentage vocht (%)

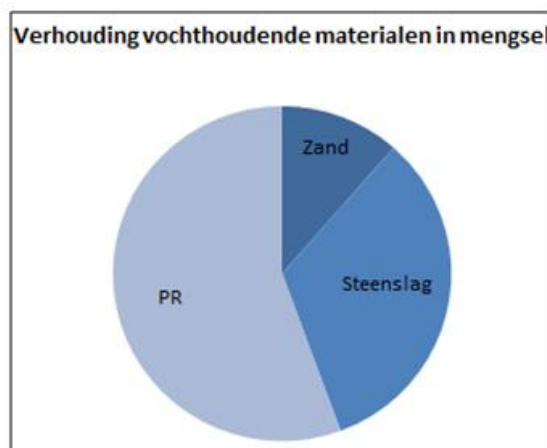
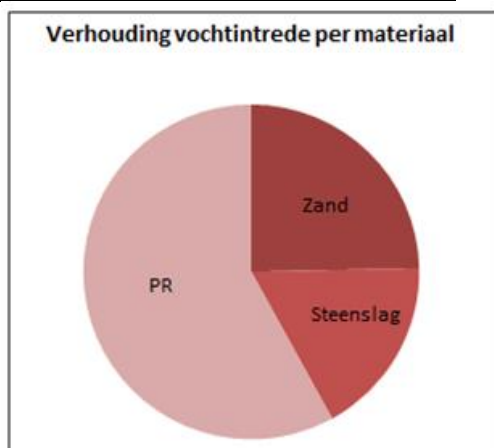
Zand	4,0
Steenslag	1,0
PR	2,0

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,34
Steenslag	32,57
PR	55,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,5
Steenslag	0,3
PR	1,1
Totaal	1,8



Figuur 38: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.19. Meting 11 juni (2)

Tabel 34: Meting 11 juni (2)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	9:58
Steenslag	10:00
PR	10:01

Mengsel

Code	322061
Naam	AC 22 BIND TL-C 60%

Gewicht schalen (gram)

Zand	765,9
Steenslag	764,6
PR	782,6

Branderstand (%)

Wit	45
Zwart	58

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1141,4
Steenslag	1422,6
PR	1277,7

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1126,9
Steenslag	1418,6
PR	1267,7

Gewicht nat (gram)

Zand	375,5
Steenslag	658,0
PR	495,1

Gewicht droog (gram)

Zand	361
Steenslag	654
PR	485,1

Percentage vocht (%)

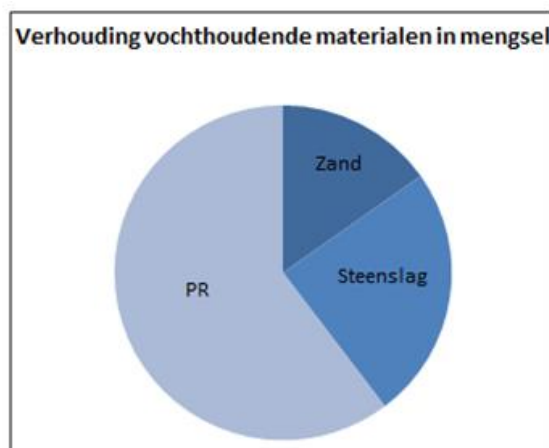
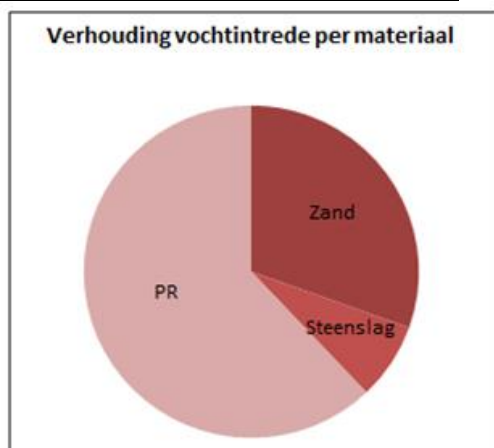
Zand	4,0
Steenslag	0,6
PR	2,1

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	15,12
Steenslag	24,37
PR	60,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,6
Steenslag	0,1
PR	1,2
Totaal	2,0



Figuur 39: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.20. Meting 11 juni (3)

Tabel 35: Meting 11 juni (3)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	11:59
Steenslag	12:02
PR	12:03

Mengsel

Code	122411
Naam	AC 22 BASE O1-B 60%

Gewicht schalen (gram)

Zand	747,9
Steenslag	748,9
PR	786,8

Branderstand (%)

Wit	41
Zwart	58

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1356,5
Steenslag	1198,1
PR	1425,7

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1334,2
Steenslag	1195,2
PR	1414,2

Gewicht nat (gram)

Zand	608,6
Steenslag	449,2
PR	638,9

Gewicht droog (gram)

Zand	586,3
Steenslag	446,3
PR	627,4

Percentage vocht (%)

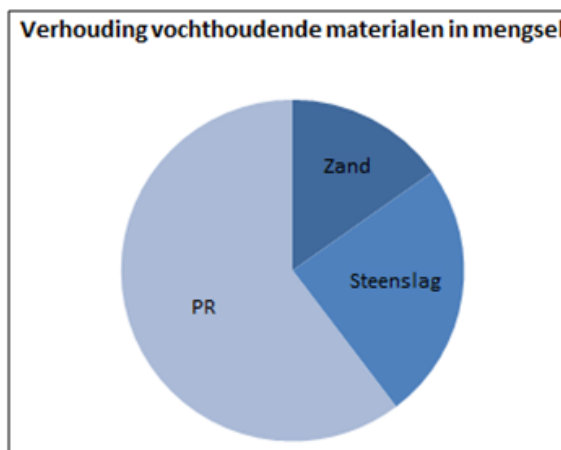
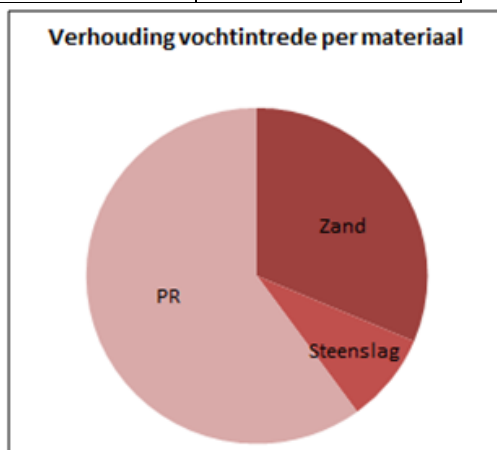
Zand	3,8
Steenslag	0,6
PR	1,8

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	15,12
Steenslag	24,37
PR	60,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,6
Steenslag	0,2
PR	1,1
Totaal	1,8



Figuur 40: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.21. Meting 12 juni (1)

Tabel 36: Meting 12 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	9:00
Steenslag	9:02

Mengsel

Code	616751
Naam	AC 16 SURF D2

Gewicht schalen (gram)

Zand	734,4
Steenslag	764,5

Branderstand (%)

Wit	46
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1259,4
Steenslag	1356,7

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1237,1
Steenslag	1347,1

Gewicht nat (gram)

Zand	525,0
Steenslag	592,2

Gewicht droog (gram)

Zand	502,7
Steenslag	582,6

Percentage vocht (%)

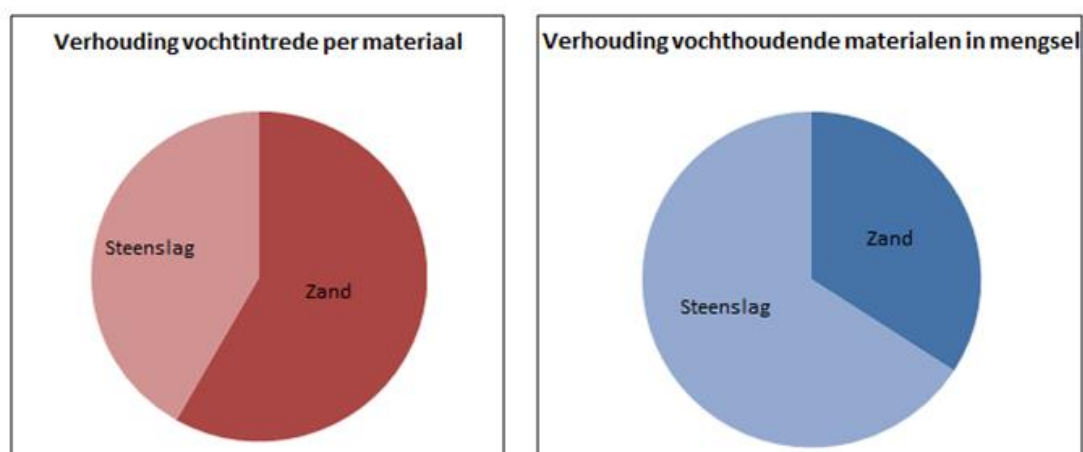
Zand	4,4
Steenslag	1,6

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	32,03
Steenslag	61,81

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,4
Steenslag	1,0
Totaal	2,4



Figuur 41: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.22. Meting 12 juni (2)

Tabel 37: Meting 12 juni (2)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	10:40
Steenslag	10:42

Mengsel

Code	611751
Naam	AC 11 SURF DL-B Mor.

Gewicht schalen (gram)

Zand	768,1
Steenslag	757,8

Branderstand (%)

Wit	57
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1244,0
Steenslag	1247,4

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1224,3
Steenslag	1238,1

Gewicht nat (gram)

Zand	475,9
Steenslag	489,6

Gewicht droog (gram)

Zand	456,2
Steenslag	480,3

Percentage vocht (%)

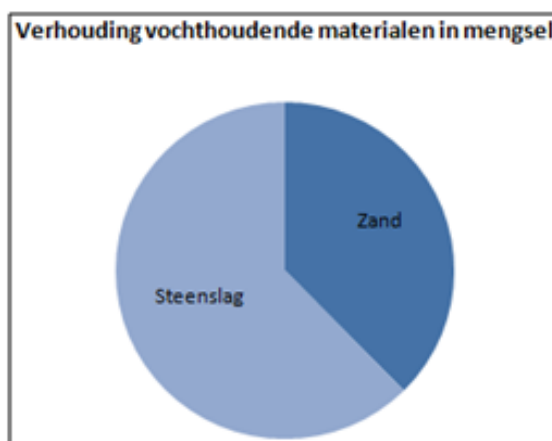
Zand	4,3
Steenslag	1,9

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	35,03
Steenslag	58,11

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,5
Steenslag	1,1
Totaal	2,6



Figuur 42: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.23. Meting 15 juni (1)

Tabel 38: Meting 15 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	9:56
Steenslag	9:58
PR	10:00

Mengsel

Code	122511
Naam	AC 22 BASE O2 60%

Gewicht schalen (gram)

Zand	782,6
Steenslag	786,7
PR	767,1

Branderstand (%)

Wit	43
Zwart	68

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1332,5
Steenslag	1481,5
PR	1275,4

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1312,7
Steenslag	1477,0
PR	1259,6

Gewicht nat (gram)

Zand	549,9
Steenslag	694,8
PR	508,3

Gewicht droog (gram)

Zand	530,1
Steenslag	690,3
PR	492,5

Percentage vocht (%)

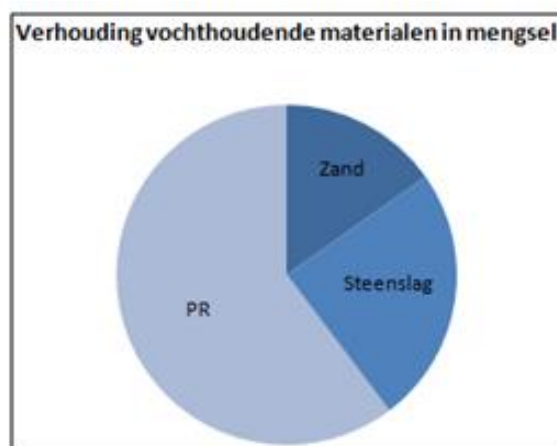
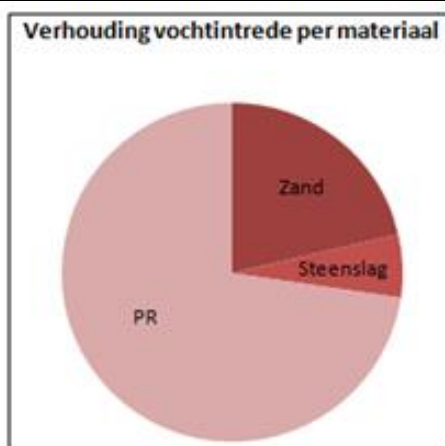
Zand	3,7
Steenslag	0,7
PR	3,2

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	15,12
Steenslag	24,37
PR	60,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,6
Steenslag	0,2
PR	1,9
Totaal	2,6



Figuur 43: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.24. Meting 15 juni (2)

Tabel 39: Meting 15 juni (2)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	10:45
Steenslag	10:47
PR	10:49

Mengsel

Code	316151
Naam	AC 16 BIND T1-B 55%

Gewicht schalen (gram)

Zand	770,2
Steenslag	766,1
PR	764,5

Branderstand (%)

Wit	43
Zwart	67

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1335,7
Steenslag	1201,0
PR	1358,2

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1316,8
Steenslag	1196,8
PR	1339,2

Gewicht nat (gram)

Zand	565,5
Steenslag	434,9
PR	593,7

Gewicht droog (gram)

Zand	546,6
Steenslag	430,7
PR	574,7

Percentage vocht (%)

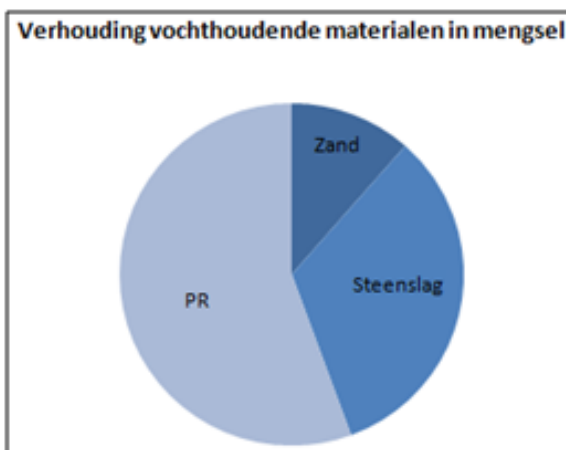
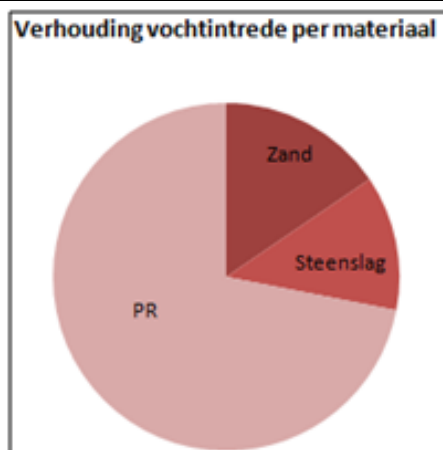
Zand	3,5
Steenslag	1,0
PR	3,3

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	11,34
Steenslag	32,57
PR	55,00

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	0,4
Steenslag	0,3
PR	1,8
Totaal	2,5



Figuur 44: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel

G.25. Meting 16 juni (1)

Tabel 40: Meting 16 juni (1)

Tijd monsternamen (uu:mm)

Zand	7:22
Steenslag	7:24

Mengsel

Code	611801
Naam	AC 11 SURF DL-A Mor.

Gewicht schalen (gram)

Zand	765,7
Steenslag	769,9

Branderstand (%)

Wit	54
-----	----

Gewicht nat + schaal (gram)

Zand	1168,4
Steenslag	1179,8

Gewicht droog + schaal (gram)

Zand	1154,6
Steenslag	1172,3

Gewicht nat (gram)

Zand	402,7
Steenslag	409,9

Gewicht droog (gram)

Zand	388,9
Steenslag	402,4

Percentage vocht (%)

Zand	3,5
Steenslag	1,9

Percentage materialen in mengsel (%)

Zand	35,03
Steenslag	58,11

Percentage vocht in mengsel (%)

Zand	1,2
Steenslag	1,1
Totaal	2,3



Figuur 45: Verhouding materialen in mengsel en verhouding inbreng vocht in mengsel