

Gasverbruik bij asfaltproductie – inzicht op de effecten van verschillende productieparameters

Christiaan Arbeider
Universiteit Twente

Seirgei Miller
ASPARi – Universiteit Twente

Jeroen van der Spiegel
Asfalt Centrale Hengelo

Samenvatting

Steeds meer wordt van bedrijven in het algemeen, en specifiek ook van asfaltcentrales, verwacht dat zij op een zo duurzaam mogelijke manier produceren. Energiebesparing en de verwante reductie van de CO₂-uitstoot zijn daarbij van groot belang. Op dit moment bestaat er weinig inzicht in de relatie tussen de werkwijze bij asfaltproductie en de gevolgen voor het energieverbruik. Vanuit dit praktisch probleem is hier in het kader van een BSc-eindopdracht een verkennend onderzoek naar gedaan bij de Asfalt Centrale Hengelo (ACH). Door middel van een literatuurstudie en interviews zijn de belangrijkste geachte asfaltproductieparameters achterhaald. De volgende parameters zijn in dit onderzoek meegenomen: stand van gasbrander(s), type mengsel, gebruik van PR-asfalt, batchgrootte, productieomvang per dag, productiedebiet (ton/uur), asfalttemperatuur, aantal mengselwisseling, aantal starts en stops en de productievolgorde. Het vochtgehalte in het mineraalaggregaat is een tevens een belangrijke parameter, maar is vanwege praktische haalbaarheid niet meegenomen in het onderzoek. De geselecteerde parameters representeren de werkwijze op de molen en zijn over een periode van 3 weken geobserveerd en geregistreerd. Tegelijkertijd is tijdens de asfaltproductie de stand van de gasmeter vastgelegd met behulp van een timelapse-camera. Daarna zijn de gegevens van de werkwijze en de gegevens van het gasverbruik aan elkaar gekoppeld en geanalyseerd. Voor het productiedebiet, de batchgrootte en de productieomvang per dag blijken grenswaarden te gelden. Indien de asfaltproductie geschied boven deze grenswaarden, kan het gasverbruik lager zijn dan 10 m³/ton. Het herstarten van de installatie heeft grote gevolgen voor het gasverbruik. Gemiddeld wordt bijna 100 m³ gas verbruikt voordat er daadwerkelijk gestart wordt met de productie. Om het gasverbruik bij de asfaltproductie te reduceren wordt aanbevolen om boven de bepaalde grenswaarden te produceren. Tevens is het aan te bevelen om met de aannemers en uitvoerders de consequenties van kleine batchgroottes en productieomvang voor het gasverbruik te bespreken. Een mogelijkheid is ook om de kostprijs te bepalen op basis van de batchgrootte en een toeslag te hanteren bij een eventuele herstart van de installatie.

Steekwoorden

Asfaltproductie, asfaltproductieparameters, gasverbruik, energiebesparing

1. Inleiding

Steeds meer wordt van bedrijven in het algemeen, en specifiek ook van asfaltcentrales, verwacht dat zij op een zo duurzaam mogelijke manier produceren. Energiebesparing en de verwante reductie van de CO₂-uitstoot zijn daarbij van groot belang. Vanuit de overheid wordt hier onder andere op aangestuurd door middel van de emissierechten. Bedrijven moeten kort gezegd kosten maken om CO₂ uit te mogen stoten. Het loont de moeite om te investeren in onderzoek hoe de energiekosten gereduceerd kunnen worden. Daarnaast is het voor de bedrijven zelf interessant om de energiekosten terug te brengen en daarmee de concurrentiepositie te versterken. De meeste Nederlandse asfaltcentrales hebben tegenwoordig een forse overcapaciteit. De maximale productiecapaciteit is bijna twee keer zo groot als de momenteel benodigde productiecapaciteit (TNO, 2006). Dit dwingt de asfaltcentrales om kritisch naar het gehele productieproces te kijken om te achterhalen waar mogelijkheden liggen wat betreft kostenreductie.

Op dit moment bestaat er weinig inzicht in de relatie tussen de operationele werkwijze bij asfaltproductie en de gevolgen voor het energieverbruik. Onder de operationele werkwijze worden in dit geval alle productietechnische handelingen en keuzes verstaan die de operator vanuit zijn commandoruimte verricht of maakt bij het aansturen van de asfaltmenginstallatie, beginnend bij de aanvoer van grondstoffen en eindigend bij het afleveren van het gereede product in de opslagbunkers. De ervaring en het vakmanschap van het personeel op de molen vormen vaak de basis voor de productie van het asfalt. Deze manier van werken hoeft zeker niet negatief te zijn, maar door het hanteren van deze werkwijze is er weinig bekend de expliciete gevolgen voor het gasverbruik. Vanuit dit praktisch probleem is hier in het kader van een BSc-eindopdracht een verkennend onderzoek naar gedaan. Het doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen de werkwijze op de molen en de gevolgen voor het energieverbruik en daarmee een deel van de kosten van de asfaltproductie.

Dit artikel is als volgt opgebouwd: Na deze inleiding volgt een beschrijving van de gehanteerde methodologie. Vervolgens worden de relevante productieparameters besproken die uit de literatuur en interviews naar voren kwamen. Daarna wordt voor de parameters de operationele werkwijze beschreven en wordt een koppeling gemaakt met de gasverbruikscijfers. Ten slotte komen de conclusies aan bod en worden enkele aanbevelingen gegeven.

2. Methodologie

Om meer inzicht te verkrijgen in de relatie tussen operationele werkwijze en de gevolgen voor het energieverbruik is een onderzoeksmodel opgesteld die gebaseerd is op vier pijlers, te weten; literatuur/theorie, praktijkkennis, observatie en analyse. De literatuurstudie richt zich op de asfaltproductieparameters die relevant zijn met het oog op energieverbruik en kostenreductie. Om ook de aanwezige praktijkkennis wat betreft energieverbruik bij asfaltproductie expliciet vast te leggen, zijn een viertal personeelsleden van de ACH geïnterviewd. Op basis van zowel de literatuurstudie als de resultaten van de interviews is een observatieschema opgesteld, waarbij de geselecteerde productieparameters over een periode van 3 weken zijn geobserveerd en (deels automatisch) zijn geregistreerd. Deze geselecteerde productieparameters representeren de operationele werkwijze. Tijdens diezelfde 3 weken is een continue opname van de analoge gasmeter gemaakt d.m.v. een time-lapse camera. Op deze manier kon van elke productiebatch op elk moment exact de verbruikte hoeveelheid gas

(in m³) vastgesteld worden. Door de productiedata te koppelen aan de data van het gasverbruik en deze te analyseren kon meer inzicht verkregen worden in de relatie tussen de operationele werkwijze en het gasverbruik.

3. Relevante productieparameters

Op basis van een literatuurstudie en interviews met werknemers van de Asfalt Centrale Hengelo (ACH) zijn asfaltproductieparameters vastgesteld die relevant zijn met het oog op gasverbruik. In deze sectie worden ze besproken.

3.1 Productieparameters literatuurstudie

De eerste parameter betreft de stand van de brander. Voor het drogen en verwarmen van het granulaat wordt de brander op een bepaalde stand gezet, zodat een bepaalde hoeveelheid brandstof verbrand wordt. De stand van de brander wordt direct ingesteld door de operator op de molen (Jullien et al., 2010).

Een tweede belangrijke parameter is (de mate van) het gebruik van recycleasfalt (Roos, 2004; Ventura et al., 2007). Net zoals het ‘nieuwe aggregaat’, wordt de het recycleasfalt (PR-asfalt) gedroogd en verwarmd. Dit gebeurt in de zogenaamde paralleltrommel (Vito, 2013).

Naast de stand van de brander en het gebruik van PR-asfalt is het productievolume (ton/dag) en de het productiedebiet (ton/uur) een belangrijke variabele (Jullien et al., 2010; Paranhos & Petter; 2013). Belangrijk is dat het productievolume direct afhankelijk is van de vraag vanuit de wegenbouwers en kan daarom als extern worden beschouwd. Het totale productievolume kan onderverdeeld worden naar de verschillende typen mengsels die bij de asfaltcentrale geproduceerd worden. Het produceren van de verschillende mengsels kan gevolgen hebben voor het aantal starts en stops van de installatie. Het aantal starts en stops draagt in belangrijke mate bij aan het verbruik (Vito, 2013). Ang et. al (1993) en Paranhos & Petter (2013) geven dan ook aan dat dit een belangrijke parameter is.

In de literatuur wordt aangegeven dat de bitumentemperatuur, de mineraaltemperatuur en de asfalttemperatuur belangrijke parameters zijn (Paranhos & Petter, 2013). Rosenthal & Dorenbosch (2000) stellen dat een constante temperatuur van het mineraal essentieel is, omdat bij temperatuurwisselingen de brander door de operator vaak te hoog wordt gezet om zodoende in ieder geval geen (te) koud asfalt af te leveren.

De laatste parameter is het vochtgehalte in de mineralen die op het terrein opgeslagen worden (Ang et al, 1993; Peinaldo et al., 2011; Paranhos & Petter, 2013). De weersomstandigheden hebben een directe invloed op het vochtgehalte van het aggregaat (Ang et al., 1993; Peinaldo et al., 2011).

3.2 Productieparameters interviews

Om zowel vanuit theoretisch als praktisch oogpunt inzicht te krijgen op de relevante productieparameters, zijn naast een literatuurstudie ook interviews met het personeel van de asfaltcentrale afgenomen. Medewerkers uit de drie verschillende afdelingen van de organisatie geïnterviewd. Dit zijn betreft het management, laboranten en het uitvoerend personeel/operators.

Parameters en processen die door het management belangrijk worden geacht zijn met het oog op het gasverbruik, zijn: type mengsel, vochtgehalte, batchgrootte en mengselwisselingen. Elk mengsel heeft zijn eigen karakteristieken, o.a. wat betreft type steenslag en kleur. Dit heeft implicaties voor de productievolverde. Bij hoge vochtgehaltenes is er simpelweg veel energie nodig om het water uit de mineralen te verdampen. De batchgrootte is van belang voor de continuïteit van de productie. Aangegeven wordt dat het beter is om in lange runs te produceren in plaats van korte runs. Mengselwisselingen hebben omschakeltijd tot gevolg waarin de installatie wel aanstaat, maar niet produceert.

Hoewel de asfaltproductie niet tot het takenpakket van een laborant behoort, kan de persoon in kwestie wel een aantal belangrijke parameters noemen. Als belangrijke indicatoren voor de asfaltproductie wordt wederom het vochtgehalte benoemd als gevolg van de regenval. Ondanks dat het een belangrijke indicator voor het gasverbruik is, is het vochtgehalte niet te beïnvloeden. Een andere belangrijke indicator is het gebruik van PR-asfalt. Dit komt voort uit het opgesteld recept waarin wel of niet aangegeven staat of PR-asfalt gebruikt kan worden en eventueel in welke hoeveelheid. Dit verschilt per type mengsel. Ten slotte is de volgorde van de productie, ook als gevolg van wijzigingen in de planning zeer belangrijk. Dit komt voornamelijk voort vanuit de wegenbouwer. Wijzigingen hebben gevolgen voor het aantal mengselwisselingen en starts en stops. Het is het mooiste om zoveel mogelijk van één soort mengsel te produceren, maar het productievolume is afhankelijk van de vraag van de wegenbouwers.

Door het operationele personeel/mengers wordt aangegeven dat het vochtgehalte een belangrijke parameter is. Onder andere op basis van het vochtgehalte wordt de stand van de brander aangepast (hoewel het vochtgehalte dus niet bekend is). Andere indicatoren voor het aanpassen van de branderstand zijn de temperaturen van de mineralen bij uitloop van de trommel, de afgastemperaturen van de trommels en de temperatuur van het doekfilter. Ook het gebruik van PR-asfalt (en in welke hoeveelheid) is belangrijk voor het energieverbruik. Dit geldt ook voor de gradatie van het materiaal (=type mengsel). Daarnaast is de asfalttemperatuur van belang, omdat voor de verwerkbaarheid het gereede asfalt een bepaalde minimumtemperatuur moeten hebben. Verder is het van belang in welke volgorde de mengsels geproduceerd worden, ook als gevolg van wijzigingen in de productieplanning. Daarmee samen hangt ook het aantal starts en stops van de installatie. Het streven is om een zo groot mogelijke continuïteit te hebben wat betreft de productie.

De grote overlap tussen de uitkomsten van de interviews en de literatuurstudie bevestigt dat een goed en consistent beeld is verkregen van de belangrijke parameters. Tabel 1 geeft een overzicht van de in deze sectie genoemde parameters.

Tabel 1: Overzicht van productieparameters

Parameter	Eenheid	Parameter	Eenheid
Stand van de brander	%	Mineraaltemperatuur	°C
Vochtgehalte	%	Bitumentemperatuur	°C
Type mengsel	-	Asfalttemperatuur	°C
Gebruik van PR-asfalt	-	Productievolverde	-
Productievolverde	ton	Mengselwisselingen	#
Productiedebiet	ton/uur	Starts en stops	#
Batchgrootte	ton		

4. Operationele werkwijzen en gasverbruik

In de vorige sectie is een inventarisatie gemaakt van de belangrijkste parameters, samengevat in tabel 1. Deze geselecteerde parameters representeren de werkwijze op de molen en zijn over een periode van 3 weken geobserveerd en geregistreerd. In deze sectie worden de operationele werkwijzen besproken en worden de resultaten m.b.t. het gasverbruik gepresenteerd

Niet geobserveerde parameters

Op drie parameters na, zijn de in tabel 1 genoemde parameters over een periode van 3 weken geobserveerd en geregistreerd. De mineraaltemperatuur, de bitumentemperatuur en het vochtgehalte zijn niet meegenomen. De mineraaltemperatuur is niet meegenomen omdat dit in feite een indicator voor de branderstand is. Juist omdat de stand van de brander soms juist automatisch aangepast wordt, heeft het nagenoeg geen zin om de waarden van de deze indicator vast te leggen. De bitumentemperatuur is niet meegenomen. Deze is als constant verondersteld. Het vochtpercentage is in dit onderzoek niet meegenomen vanuit een praktisch oogpunt. Door beperkt beschikbare tijd van de laboranten was het onmogelijk om over een meetperiode van meerdere weken een aantal keer per dag een monster te nemen en daarvan het vochtgehalte te bepalen. De implicaties van het niet meenemen van het vochtgehalte worden later in dit artikel besproken. Het niet meenemen van het vochtpercentage heeft wel consequenties. Young (2008) stelt dat een reductie van het totale vochtgehalte met 1% ongeveer een energiereductie van 10% tot gevolg heeft. Over de periode van maart 2012 tot november 2012 heeft men bij de ACH wel een aantal vochtmetingen uitgevoerd. De metingen zijn zowel uitgevoerd bij het PR-asfalt als het nieuwe toeslagmateriaal. In totaal heeft men voor bepalen van het vochtgehalte in het PR-asfalt op 55 dagen één of meerdere metingen uitgevoerd. Voor het nieuwe toeslagmateriaal waren dit 29 dagen. De gemiddelde vochtpercentages bedroegen respectievelijk 3,2% en 2,7% voor het PR-asfalt en het nieuwe toeslagmateriaal. Bij het PR-asfalt lagen 82% van de meetwaarden binnen de range van plus of min 1% van het gemiddelde vochtpercentage. Voor het nieuwe toeslagmateriaal betrof dit 76% van de meetwaarden. Op basis van deze meetgegevens, kan gesteld worden dat het energieverbruik ongeveer een afwijking van 10% kan hebben.

Branderstand

De standen van de branders geven aan hoeveel gas toegevoegd wordt. Voor beide trommels worden de standen van de branders automatisch gelogd. Bij elke stand van de brander geldt een specifiek gasverbruik. Tijdens de observatie varieerden de branderstanden van 45% tot 71%. Bij een verhoging van de branderstand met 1%, wordt bijna 25 m³/uur extra verbruikt. Bij productie zonder PR-asfalt varieert het gasverbruik van 950 m³/uur tot 1550 m³/uur. Indien geproduceerd wordt met PR-asfalt ligt het verbruik tussen de 1550 m³/uur en 1800 m³/uur.

Type mengsel

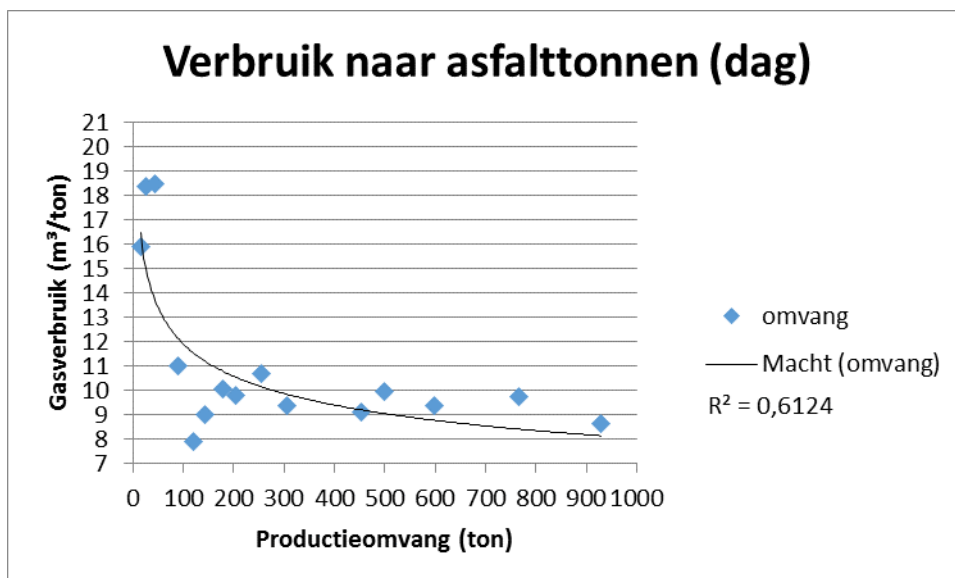
Tijdens de observatieperiode zijn AC- en SMA-mengsels geproduceerd met verschillende korreldiameters. In tabel 2 staan het gemiddelde gasverbruik per type mengsel aangegeven. Duidelijk is dat er aanzienlijke verschillen zijn in verbruik per mengsel. Bij productie met PR-materiaal ligt het gasverbruik 4% tot 19% hoger in vergelijking met de productie van hetzelfde mengsel zonder PR-materiaal. Het aandeel PR-materiaal varieerde van 50 tot 60%.

Tabel 2: Verbruik per type mengsel

Mengsel	Verbruik (m ³ /ton)	Mengsel	Verbruik (m ³ /ton)
AC8	12,77	AC16 met PR	10,21
AC11	10,28	AC22 met PR	8,95
AC16	8,57	SMA	9,11
AC22	8,25		

Productievolume totaal

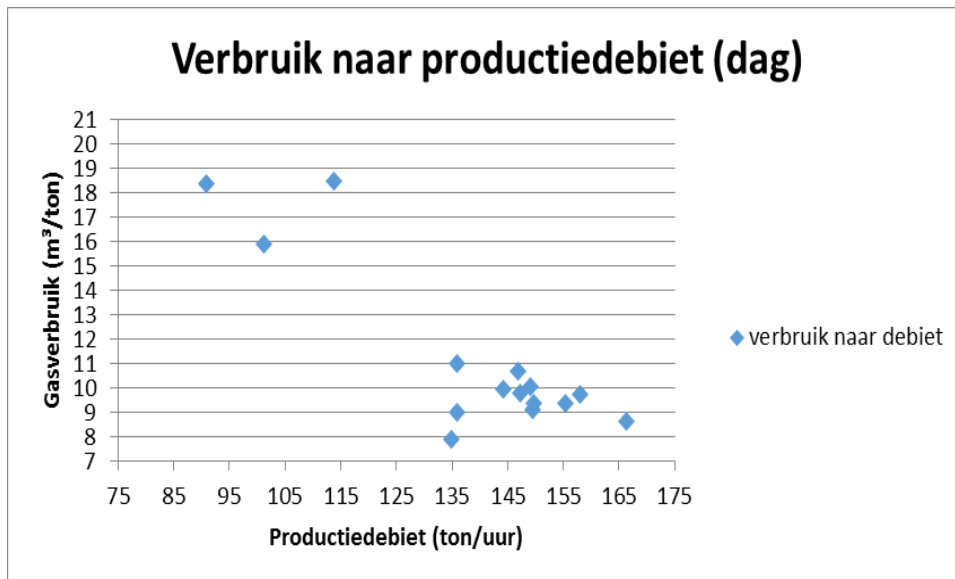
Tijdens de meetperiode zijn per dag verschillende hoeveelheden tonnen asfalt geproduceerd. Grote verschillen in tonnages zijn waar te nemen. De kleinste hoeveelheid was 14 ton, terwijl de grootste productieomvang 929 ton asfalt bedroeg. In figuur 1 is de invloed van de productieomvang weergegeven. Het totale productievolume van de dag (som van alle afzonderlijke mengsels) is uitgezet tegen het gasverbruik per ton. Duidelijk wordt dat het verbruik afneemt naarmate er meer tonnen geproduceerd worden. Vanaf ongeveer 300 ton hebben alle meetwaarden een verbruik onder 10,0 m³/ton. Bij een productie lager dan 300 ton zijn er meetwaarden waarbij het verbruik hoger is dan 10,0 m³/ton.



Figuur 1: Verbruik naar productieomvang per dag

Productiedebiet

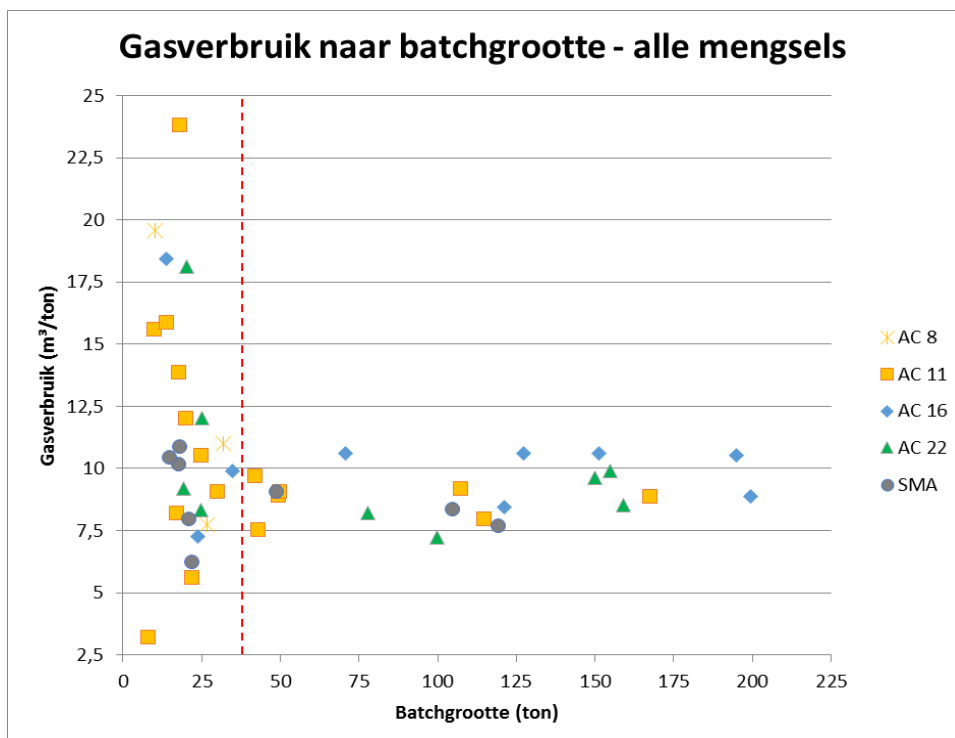
In figuur 2 staan de productiedebieten uitgezet tegen het gasverbruik in m³/ton. Het productiedebiet per dag is bepaald door de totale hoeveelheid tonnen wat per dag is geproduceerd te delen door de netto productietijd. Twee duidelijke puntenwolken kunnen worden waargenomen. Uit de figuur valt af te leiden dat vanaf een productiedebiet van ongeveer 135 ton/uur het gasverbruik onder de 11 m³/ton komt. Binnen de range van 145 tot 160 ton/uur ligt het verbruik ongeveer tussen de 9,0 en 10 m³/ton. Op basis van de drie meetpunten wordt duidelijk dat bij een productiedebiet tussen de 90 en 115 ton/uur het verbruik aanzienlijk hoger is. Indien het productiedebiet per mengsel beschouwd wordt, blijkt dat dat vanaf een debiet van ongeveer 135 ton/uur het gasverbruik tussen de 7,5 en 10 m³/ton ligt. Bij lagere debieten neemt het gasverbruik per ton sterk toe. Voor de relatie tussen het productiedebiet en het gasverbruik blijkt dat het type mengsel niet direct van belang is.



Figuur 2: Verbruik naar productiedebiet

Batchgrootte

Net zoals bij de totale productieomvang (per dag) kan ook per mengsel het verbruik inzichtelijk gemaakt worden. Figuur 3 geeft van alle geproduceerde mengsels (52) de batchgrootte met corresponderend verbruik weer. Wat opvalt, is dat bij batchgroottes groter dan ongeveer 35 ton het gasverbruik onder de 10 m³/ton komt, met uitzondering van de AC 16 mengsels. Daaronder neemt het gasverbruik in een aantal gevallen fors toe, met als maximum 23,82 m³/ton.



Figuur 3: Verbruik naar batchgrootte

Asfalttemperatuur

Tijdens de observatieperiode had 79% van de geproduceerde mengsels een temperatuur had hoger dan 160 °C. De gemiddelde temperatuur over alle mengsels bedraagt 164 °C. Getracht

is om een relatie te leggen tussen de branderstand en de uiteindelijke temperatuur van het asfaltmengsel dat in de opslagbunkers terechtkomt. Echter, geen duidelijke relatie kon worden afgeleid. Bij eenzelfde type mengsel zijn bij dezelfde branderstand verschillende temperaturen waargenomen. Andersom geldt dit ook. Bij verschillende branderstanden wordt dezelfde temperatuur bereikt. Per mengseltype kan dus niet eenduidig gesteld worden wat de invloed is van de branderstand op de temperatuur. Het is niet zo dat ongeacht het type mengsel de temperatuur toeneemt naarmate de branderstand hoger is. Variërende vochtgehalten zijn hier mogelijk een verklaring voor.

Productievolgorde

Uit de observaties is gebleken dat geen vaste productievolgorde qua type mengsels gehanteerd wordt. Dit is grotendeels het gevolg van de vraag vanuit de werken. Soms moet er 's morgens eerst een onderlaag geleverd worden en later op de dag een deklaag of tussenlaag of juist andersom. Dit is afhankelijk van de aannemer/het project en verschilt van dag tot dag. Het streven is om de fijne mengsels te beginnen om vervolgens te eindigen met het meest grove mengsel. Op deze manier kunnen geen stenen met een grote korreldiameter in de fijne mengsels terechtkomen. Op basis van de data lijkt dat het gasverbruik afneemt naarmate het volgnummer van de batch hoger is. Het gemiddelde verbruik voor AC11 mengsels is bijvoorbeeld 11.82 m³/ton als dit mengsel het eerste mengsel van de dag is. Het gemiddelde verbruik bedraagt 9.85, 8.22 en 7.86 m³/ton als dit mengsel respectievelijk het tweede, derde of vierde mengsel in de productievolgorde van de dag betreft. Voor de meeste mengsels is deze dalende trend waar te nemen, al zijn er ook onregelmatigheden waar te nemen. Soms is het gasverbruik bij een bepaald volgnummer slechts op basis van één mengsel gebaseerd. Dat beperkt de mogelijkheid tot het trekken van ferme conclusies.

Mengselwisselingen

Tijdens de meetperiode heeft men 37 keer van mengsel gewisseld, waarvan 23 keer de overgang 'naadloos' was. Bij deze 23 mengselwisselingen zat er geen tijd tussen het mengen van mengsel 1 en mengsel 2. Het aantal mengselwisselingen blijkt een beperkte invloed te hebben op de continuïteit van het productieproces, omdat de operator een goed inzicht heeft van de doorlooptijden van de verschillende onderdelen van de installatie. Juist omdat de operator nagenoeg precies weet hoe lang het duurt voordat het materiaal bij de menger is, kan het materiaal voor het nieuwe mengsel al aangevoerd worden zodat de aanvoerband in principe altijd gevuld is en de brander niet stilgezet hoeft te worden. Op deze manier ligt er al materiaal op de band voor mengsel 2, terwijl mengsel 1 zich nog in de mengbak bevindt. De totale tijd tussen de mengselwisselingen bedroeg 40 minuten en 14 seconden. In deze tijd is totaal 617,83 m³ gas verbruikt. Gemiddeld komt het dan neer op 44,13 m³ gas per mengselwisseling. Het totale gasverbruik ten gevolge van mengselwisselingen is zeer waarschijnlijk lager, omdat niet duidelijk is wanneer wel of geen materiaal op de aanvoerband lag. Het kan zo zijn dat al materiaal voor het nieuwe mengsel aangevoerd en gedroogd wordt en pas later gestart wordt met mengen. Op deze manier zit er wel tijd tussen de twee mengsels, maar deze tijd komt wel ten goede aan de productie. Omdat niet duidelijk is of er bij de tussentijden wel of geen materiaal op de band lag, moet men voorzichtig zijn met het trekken van conclusies.

Starten van de installatie

De laatste parameter die geobserveerd is betreft het (her)starten van de installatie. Tijdens de observatieperiode is de installatie in totaal 23 keer opgestart, waarvan 8 keer een herstart. In één geval was dit zo omdat dusdanig veel onduidelijkheid bestond over de planning dat eerst de definitieve planning opgesteld moest worden. In tussentijd is de installatie daarom

stilgezet. In de andere 7 gevallen is de installatie voor een tweede of zelfs derde keer opgestart omdat het initiële aantal tonnen asfalt niet voldoende bleek te zijn of omdat een compleet nieuw mengsel aangevraagd werd. In 4 van de 8 gevallen betrof het kleine hoeveelheden (tonnen) dat geproduceerd moesten worden. Dit ging om hoeveelheden van 10 tot 25 ton. De andere vier keren ging het om 43 tot 457 ton. Het (her)opstarten van de asfaltmenginstallatie heeft een aanzienlijke invloed op het gasverbruik. Het opstartproces is niet elke keer identiek met het oog op verbruik. Gemiddeld over 23 waarden was 99,04 m³ gas benodigd voor het opstartproces. Het minimum bedroeg slechts 5,98 m³, het maximum 322,51 m³. De gemiddelde hoeveelheid gas die benodigd is voor het opstarten bedraagt 11,20% van het totale dagverbruik. Bij productieseries kleiner dan 50 ton bedraagt dit gemiddelde percentage 18,28%. Duidelijk is dat bij het opstarten van de installatie voor kleine hoeveelheden een relatief groot deel van het gasverbruik veroorzaakt wordt door alleen het opstarten.

5. Conclusies

In het kader van de Bachelor Eindopdracht is een studie verricht naar de werkwijze en het gasverbruik bij de Asfalt Centrale Hengelo. Het doel van dit onderzoek was het verkrijgen van inzicht in de relatie tussen de werkwijze op de molen en de consequenties voor het gasverbruik.

De stand van de brander en daarmee de gastoevoer, het type asfaltmengsel en het wel of niet gebruiken van PR-materiaal, de uiteindelijke asfalttemperatuur en de omvang van de productie (zowel totale productieomvang als batchgrootte per mengsel), het productiedebiet, het aantal mengselwisselingen, het aantal starts en stops en tot slot de volgorde van de productie van de verschillende mengsels zijn in dit onderzoek meegenomen. Deze parameters zijn over een periode drie week geobserveerd en vastgelegd. Tezamen geven de parameters een goede representatie van de werkwijze op de molen.

Wat het gasverbruik bij asfaltproductie betreft, kan gesteld worden dat per uur tussen de 950 m³ en 1550 m³ gas verbruikt wordt bij productie zonder PR-asfalt. Indien geproduceerd wordt met PR-asfalt ligt het verbruik tussen de 1550 m³ en 1800 m³ per uur. Duidelijke patronen zijn te vinden tussen de werkwijze en het gasverbruik en kunnen o.a. met behulp van trendlijnen inzichtelijk gemaakt worden. De belangrijkste bevindingen zijn dat bij het verhogen van de branderstand met 1% bijna 25 m³/uur meer gas wordt verbruikt en dat bij een productiedebiet > 135 ton/uur, een batchgrootte > 35 ton en een productieomvang per dag > 300 ton met een verbruik lager dan 10 ton/m³ geproduceerd kan worden. Aanzienlijke verschillen in het gasverbruik zijn te onderscheiden tussen de verschillende typen mengsels. Verbruiken liggen tussen de 8,25 m³/ton en 12,77 m³/ton. De ACH budgetteert voor alle typen mengsels een verbruik van 9,0 m³/ton, wat dus niet voor elk type mengsel realistisch is. Het is aannemelijk dat volgorde van productie ook invloed heeft op het gasverbruik. Het verbruik lijkt af te nemen naarmate het mengsel later geproduceerd wordt. Het wisselen tussen de mengsels lijkt een beperkte invloed te hebben, omdat de aanvoer van materiaal vaak niet onderbroken wordt. Het herstarten van de installatie heeft wel grote gevolgen voor het gasverbruik. Gemiddeld wordt bijna 100 m³ gas verbruikt voordat er daadwerkelijk gestart wordt met de productie. Tot slot een kanttekening die bij de resultaten van het gasverbruik geplaatst dient te worden. Bij het onderzoek zijn geen vochtgehalten bepaald, hoewel deze wel invloed hebben op het verbruik. Bij elke toename van het vochtgehalte met 1% zou 10% meer energie benodigd zijn. Bij dit onderzoek is er impliciet vanuit gegaan dat alle geproduceerde mengsels hetzelfde vochtgehalte hadden. Hoe groot de onderlinge verschillen zijn geweest is echter niet duidelijk.

6. Aanbevelingen

Om de kosten bij de asfaltproductie te reduceren wordt aanbevolen om boven de genoemde grenswaarden te produceren (productiedebiet > 135 ton/uur, batchgrootte > 35 ton, productievolume per dag > 300 ton). Omdat de ACH zelf geen invloed heeft op de batchgroottes (tenzij batches van hetzelfde mengsel gecombineerd kunnen worden), is het tevens aan te bevelen om met de (aandeelhoudende) aannemers en uitvoerders de consequenties van kleine batchgroottes en productieomvang voor het gasverbruik te bespreken. Een mogelijkheid is ook om de kostprijs te bepalen op basis van de batchgrootte en een toeslag te hanteren bij een eventuele herstart van de installatie. Aangezien duidelijk is geworden dat het gemiddelde gasverbruik per mengseltype aanzienlijk verschilt en daarmee het aandeel in de productiekosten, is het aan te bevelen om hier bij de kostprijsbepaling rekening mee te houden. Daarnaast is het aan te bevelen om - daar waar mogelijk - de mengsels met het hoogste verbruik als laatste te produceren. Op langere termijn zou onderzoek verricht kunnen worden naar de effecten van vocht in het toeslagmateriaal, specifiek gericht op de situatie bij de ACH. De laatste aanbeveling is om onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden tot energiereductie door te investeren in nieuwe technieken en installaties. Door te onderzoeken welke aanpassingen gunstig zouden zijn voor het gasverbruik en of deze aanpassingen rendabel zijn, zou een verdere stap naar energiereductie en daarmee kostenreductie gemaakt kunnen worden.

7. Referenties

Ang, B., Fwa, T., & Ng, T. (1993). Analysis Of Process Energy Use Of Asphalt-Mixing Plants. *Energy*, 18(6), 769-777.

Jullien, A., Gaudefroy, V., Ventura, A., de la Roche, C., Paranhos, R., & Moneron, P. (2010). Airborne Emissions Assessment of Hot Asphalt Mixing. *Road Materials and Pavement Design* 11(1), 149-169.

Paranhos, R. S., & Petter, C. O. (2013). Multivariate data analysis applied in Hot-Mix asphalt plants. *Resources, Conservation and Recycling*, 73, 1-10.

Peinaldo, Vega, d., Hernando, G., & Cruz, M. (2011). Energy and exergy analysis in an asphalt plant's rotary dryer. *Applied Thermal Engineering*, 31(6-7), 1039-1049.

Roos, H. (2004). Hergebruik méér dan lonend! *Asfalt* 3, 18-19.

Rosenthal, H., & Dorenbosch, H. (2000). Nieuwe branderregeling. *Asfalt* 4, 12-14.

TNO - Business Unit Mobiliteit en Logistiek. (2006). "Werk in uitvoering" - Op zoek naar mogelijke verbeteringen in de asfaltlogistiek.

Vlaams Kenniscentrum Vito. (2013). *Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor asfaltcentrales*. Mol: Vlaams Kennis Centrum BBT Vito.

Ventura, A., Jullien, A., Moneron, & Pierre. (2007). Polycyclic Aromatic Hydrocarbons emitted from a hot-mix drum asphalt plant: Study of the influence from use of recycled bitumen. *Journal of Environmental Engineering and Science*, 6(6), 727-734.

Young, T. (2008). *Energy Analysis for Hot Mix Plants*. Overland Park, KS: T2ASCO LLC.