

*Memorandum***Aan**

Deelnemers van het Technologie-Cluster-project, Jan Hommes (BMWT), Jan Maris (Cumela Nederland), Helmy Coenen (Cumela Nederland)

Van

Sam van Goethem, Ruud Verbeek, Jan Hulskotte, Sten de Wit

Onderwerp

Brandstofverbruiksreductie en -monitoring van mobiele werktuigen

Dit memo geeft een overzicht van de resultaten van het Technologie-Cluster-project¹ Reductie van brandstofverbruik en emissies op bouwplaatsen, dat TNO in samenwerking met bedrijven² uit de bouw en agrarische sector en de brancheverenigingen BMWT en Cumela Nederland heeft uitgevoerd.

Mobiliteit

Van Mourik Broekmanweg 6
2628 XE Delft
Postbus 49
2600 AA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 30 00

F +31 88 866 30 10

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Doorkiesnummer

+31 88 866 37 36

Inleiding

Mobiele werktuigen zoals graafmachines, bulldozers en tractoren zijn verantwoordelijk voor ongeveer 8% van de CO₂-uitstoot door wegverkeer [Natuur en Milieu]. Mede door initiatieven als 'Het nieuwe draaien' en de CO₂-prestatieladder streeft de sector meer en meer naar het reduceren van de CO₂-uitstoot. Omdat CO₂-uitstoot één op één gerelateerd is aan brandstofverbruik, gaat een reductie van de CO₂-uitstoot hand in hand met besparing op brandstofkosten. Uit interviews met de deelnemende bedrijven in het Technologie-Cluster-project kwam naar voren dat 10 tot 30% van een project uit brandstofkosten bestaat. Een besparing van 10% op brandstofverbruik levert dan al snel een kostenbesparing op van 1 tot 3% op het gehele project en een CO₂-emissiereductie van 10%. Niet alleen een kostenbesparing is interessant voor bedrijven maar ook het inschatten van een beoogde CO₂-besparing is belangrijk voor projecten die gegund worden op basis van een CO₂-criterium. De bedrijven in de sector zijn zich bewust van de potentiële besparingsmogelijkheden, maar geven aan dat het moeilijk is om de beoogde besparingen daadwerkelijk te kunnen meten en te kunnen bepalen of de gemaakte brandstofbesparende investeringen kunnen worden terugverdiend. Daarnaast hebben de bedrijven aangegeven dat het moeilijk is om vooraf het brandstofverbruik voor een opdracht te kunnen calculeren en een schatting te maken hoeveel brandstof bespaard kan worden met het inzetten van besparingsmaatregelen. Om die reden hebben de bedrijven, de brancheverenigingen BMWT en Cumela Nederland met TNO een samenwerkingsproject opgezet in de vorm van een Technologie-Cluster-project.

¹ Een Technologie-Cluster-project is een subsidieregelingsproject voor MKB-bedrijven waarin bestaande kennis van TNO gedeeld wordt. Een vijftal MKB schrijven zich in met inleg van in totaal 20% van de projectomvang. TNO legt de overige 80% in.

² De deelnemende bedrijven zijn Van Oord, Ooms, Mourik Groot-Amers BV, De Heer Land en Water BV, Mechielsen Oldehove BV, Franeker Westra, A.H. Vrij Groen Grond en Infra BV, Fronik, Jan Hes, Loonbedrijf J. van der Lee BV, RVR Hoofddorp BV.

Doel en resultaten van het project

Doel

Het doel van het project is om de betrokken partijen in staat te stellen door middel van kennisoverdracht en tools van TNO het brandstofverbruik en de CO₂-emissies van grondverzet- en bouwactiviteiten te kunnen vaststellen en vervolgens te reduceren op basis van standaard emissiefactoren.

Resultaten

In het plan van aanpak voor het project zijn de volgende beoogde resultaten beschreven:

- Het ontwerpen van een systematiek waarmee bedrijven hun milieuprestatie op de bouwplaats kunnen aantonen.
- Het beoordelen van de kwaliteit van al beschikbare informatie en emissiefactoren.
- Het ontwikkelen van een plan op hoofdlijnen om ontbrekende informatie over brandstofverbruik van machines beschikbaar te krijgen en in de toekomst te onderhouden.
- Het verkrijgen van inzicht in de methode waarmee bedrijven op basis van de systematiek hun milieuprestaties op de bouwplaats daadwerkelijk en praktisch kunnen verbeteren.

Aanpak en afbakening

Aanpak

Een eerste stap in het project was nadere aanscherping van de kennisbehoefte van de bedrijven. Dit is gedaan aan de hand van interviews en een workshop. Daaruit zijn de volgende vragen naar boven gekomen.

1. Hoe krijgt mijn bedrijf een beter inzicht in CO₂-emissies en brandstofverbruik?
2. Welke besparingsopties voor brandstof heeft mijn bedrijf, en hoeveel kan ik daarmee aantoonbaar besparen?
3. Welke systematiek kan mijn bedrijf gebruiken om het brandstofverbruik inclusief besparingen snel en eenvoudig inzichtelijk te maken in een voorcalculatie?
4. Hoe presteert mijn bedrijf ten opzichte van andere bedrijven in de sector?
5. Hoe kan mijn bedrijf ook in de toekomst efficiënt met brandstofbesparing omgaan?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden zijn gerichte metingen en een grote verzameling van brandstofverbruikgegevens van machines noodzakelijk. Dit soort gegevens is op het moment echter nog niet voorhanden. Een beperkt aantal bedrijven monitort individueel het brandstofverbruik al wel, maar nog niet eerder is een poging gedaan om dergelijke gegevens centraal te verzamelen en te analyseren. De aanname dat veel gegevens over het verbruik beschikbaar zijn is dan ook onjuist gebleken. Sterker, er bleek juist een sterke behoefte aan meer informatie over het monitoren zelf. Daarom is ervoor gekozen om in het project

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

2/17

meer informatie uit te wisselen over de manier waarop het brandstofverbruik kan worden gemonitord. Uiteindelijk is een eerste stap gezet met de opzet en uitvoering van een systematiek die bedrijven in de sector helpt om hun brandstofverbruiksreductie te kunnen aantonen én ze in staat stelt zelf de brandstofverbruiksprestaties te verbeteren.

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

3/17

Afbakening

De diversiteit van verschillende machines in de agrarische en bouwsector is erg groot. Door de grote diversiteit is in het project besloten om de focus te leggen op machines voor (zwaar) grondverzet.

Systematiek voor het vaststellen en reduceren van brandstofverbruik

De basiselementen van een systematiek waarmee bedrijven hun brandstofverbruiksprestatie op de bouwplaats kunnen aantonen bestaat uit:

1. Monitoring
2. Een referentiedatabase
3. Brandstofbesparende maatregelen
4. Voorcalculatie

1. Monitoring

Voordat brandstof kan worden bespaard is het belangrijk om eerst goed grip te krijgen op het huidige brandstofverbruik van werktuigen. Dat kan door middel van het monitoren van het verbruik en de activiteiten van de machines. Het verbruik van mobiele werktuigen is namelijk afhankelijk van een veel factoren, zoals type activiteit, bewerkte hoeveelheid, type grond, gedrag van de machinist, etc. Pas als informatie over deze factoren beschikbaar is, kan het effect van het inzetten van een of meerdere besparingsopties zichtbaar worden gemaakt en kan een besparing worden aangetoond. Om die reden is in het Technologie-Cluster-project door de deelnemende bedrijven het huidige brandstofverbruik van een select aantal machines gedurende de looptijd van het project gemonitord.

Wat moet ik meten?

TNO heeft met een aantal bedrijven overlegd op welke manier het verbruik van machines kan worden gemonitord. Het is enerzijds belangrijk alle parameters die van invloed zijn op het verbruik te monitoren. Anderzijds mag monitoring geen substantiële belasting opleveren voor de machine-operators en moet voor elk type bedrijf (klein of groot) een eenvoudige oplossing beschikbaar zijn. In overleg met deelnemende bedrijven heeft TNO een gebalanceerde lijst van te monitoren parameters opgesteld. Deze parameters worden hieronder genoemd, gerangschikt van belangrijk naar minder belangrijk.

1. **BMWT machinetype³**
2. **Motorvermogen [kW]**
3. **Bouwjaar [yyyy]**
4. **Brandstofverbruik [liters, liters per uur of liters per km]**
5. **Draai-uren [uren]**
6. Activiteit [keuze maken]
7. Bewerkte/vervoerde hoeveelheden [m², m³, ton]
8. Hulpstuk [keuze maken]
9. **Weersomstandigheden [nat/droog]**
10. **Datum [dd-mm-jj]**
11. **Machinist**

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

4/17

Uit een workshop met de bedrijven is naar voren gekomen dat het registreren van 'te veel' gegevens met de hand niet wenselijk is en ook een ontmoedigende werklust voor de machinist oplevert. Om die reden is gekozen om in eerste instantie te beginnen met het verzamelen van 'grote' gegevens: punten 1 t/m 5 uit bovenstaande lijst. Vanaf punt 6 in de lijst staan de gegevens die gerelateerd zijn aan de uitgevoerde activiteiten, weersomstandigheden en machinist. Deze gegevens zijn nodig om gedetailleerd en betrouwbaar het praktijkverbruik te kunnen bepalen. Vooral vanaf punt 6 bleek het voor het merendeel van de bedrijven lastig om de gegevens te registreren.

Hoe kan ik meten?

Er zijn verschillende meetmethodes beschikbaar voor bedrijven om het verbruik van werktuigen te kunnen meten en/of registreren. In het project is een vijftal meetmethodes geïdentificeerd waarmee de verbruikgegevens (deels) kunnen worden geregistreerd. De methodes worden hieronder beschreven en zijn ook samengevat in een tabel.

1 Handmatig registreren. De machinist registreert alle gegevens per activiteit. Als een machine niet beschikt over een verbruiksmeter dan volstaat het registreren van de getankte liters en draaiuren per dag mits er over de gehele dag dezelfde activiteit, bijvoorbeeld ontgraven, is uitgevoerd. Het bijhouden van eenvoudige gegevens als getankte liters en draaiuren levert een minimale belasting op voor de machine-operator en levert hem direct inzicht in het verbruik. Het bijhouden van meer gegevens zou de werkbelasting verder verhogen en vergroot de kans op verkeerd of onvolledig invullen.

2 Periodiek uitlezen van motormanagement. Voor veel verschillende typen en merken machines kunnen gegevens van het motormanagement worden uitgelezen. Na verloop van een periode, bijvoorbeeld de duur van een project, kan het brandstofverbruik worden uitgelezen. Op die manier wordt de machine-operator minder belast. Een nadeel van de data van enkel het motormanagement is dat geen inzicht wordt verkregen in welke activiteiten met de machine zijn uitgevoerd of hoeveel productie de machine heeft gedraaid. Hierbij moet worden

³ BMWT machinetype is een merkloze klasseindeling van een machine zoals graafmachine, dumper, tractor, etc., ingedeeld op gewicht of motorvermogen. In totaal zijn er meer dan 80 verschillende klassen.

opgemerkt dat de manier waarop en de vorm van de gegevens die beschikbaar worden gesteld per merk kan verschillen. Daardoor is het moeilijk om de verbruikgegevens van verschillende machines en merken te verzamelen en met elkaar te vergelijken.

3 Draadloos uitlezen van motormanagement. Leveranciers van nieuwe machines bieden de optie online zowel real-time als opgeslagen brandstofverbruiksgegevens te kunnen inzien. Dit heeft als voordeel ten opzichte van periodieke uitlezing dat snel een inzicht in het verbruik beschikbaar is. Tussen merken onderling is er echter veel verscheidenheid in hoe de brandstofverbruiksgegevens beschikbaar worden gemaakt. Niet bij alle merken en online applicaties is het mogelijk om de gegevens te exporteren naar dataverwerkingsprogramma's als MS Excel. Om gegevens over een langere periode bij te houden en om uiteindelijk te kunnen analyseren is het wenselijk dat de gegevens te exporteren zijn naar een leesbaar formaat zoals bijvoorbeeld MS Excel. Net als bij de periodieke uitlezing van het motormanagement is het nadeel dat geen inzicht verkregen wordt in welke activiteiten met de machine zijn uitgevoerd of hoeveel productie de machine heeft gedraaid.

4 Tankpassysteem. Tijdens elke tankbeurt wordt een brandstofpas gebruikt die registreert hoeveel liters getankt zijn. Door ook het totaal aantal draaiuren van de machine in te geven na een tankbeurt kan het uurverbruik worden bepaald. In het project heeft één bedrijf tankpasdata beschikbaar gesteld aan TNO. In de data waren echter geen draaiuren geregistreerd. Geprobeerd is om de gewerkte uren van de machinist, die gekoppeld was aan de machineactiviteiten en productie, te koppelen aan de tankpasdata. Dit bleek echter te veel onzekerheid en verlies van kwaliteit van de data op te leveren, omdat het de gewerkte uren van het *personeel* betrof en niet de werkelijke draaiuren van de *machine*. De koppeling van het tijdschrijfsysteem met het tankpassysteem (liters en draaiuren) kan in potentie wel meer verbruiksinzichten opleveren mits in het tijdschrijfsysteem de activiteiten en geplande productie van de machine worden geregistreerd. Een nadeel van het tankpassysteem is dat wanneer er lokaal getankt wordt, de getankte liters en draaiuren niet automatisch worden geregistreerd.

5 Eigen meet- en/of registratiesysteem. Een andere methode om het brandstofverbruik te monitoren is het installeren van fysieke brandstofverbruiksmeters. Het voordeel van brandstofverbruiksmeters is dat er per seconde kan worden bijgehouden hoeveel brandstof wordt verbruikt. Op die manier kan ook het aantal uren dat de machine onbelast draait worden bepaald. Zo meet een fysieke brandstofverbruiksmeter het verbruik doordat hij geplaatst wordt in de brandstoftoevoer en retour van de motor. Doordat de motor brandstof verbruikt zal er altijd meer brandstof naar de motor toelopen dan dat er retour naar de tank gaat. De brandstofverbruiksmeter meet de aanvoer en retour en het verschil daartussen is het verbruik. Het plaatsen van een brandstofverbruiksmeter kan een uitkomst zijn wanneer een machine niet beschikt over een digitale uitlezing. Aanschaf en installatie brengen echter wel enige kosten met zich mee. Een digitale brandstofverbruiksmeter registreert signalen van het motormanagement die kunnen worden omgerekend naar het verbruik. Het

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

5/17

voordeel van een digitaal systeem is dat deze 'meeleest' op de informatie die afkomstig is van het motormanagement systeem en daardoor ook meer gegevens kan registreren dan alleen het verbruik. Een nadeel is dat de gegevens worden geregistreerd en er niet wordt gemeten, waardoor de kans bestaat dat de waarden afwijken van de praktijk.

Het digitaal registreren van brandstofverbruik of brandstofverbruik-gerelateerde gegevens wordt in de transportsector (trucks) al jaren mogelijk gemaakt doordat voertuigfabrikanten belangrijke signalen gerelateerd aan het brandstofverbruik 'leesbaar' hebben gemaakt. Daardoor is in de transportsector een divers aanbod van after-market meet/registratiesystemen.

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

6/17

Meetmethode	Voordelen	Nadelen
Handmatig registreren	<ul style="list-style-type: none"> + Direct inzicht in verbruik + Lage investering + Registratie van activiteiten, bewerkte hoeveelheid, hulpstuk 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoge belasting machinist - Kans of schrijf-/typfouten - Niet geautomatiseerd
Tankpassysteem	<ul style="list-style-type: none"> + Automatiseerbaar + Lage belasting machinist + Relatief makkelijk realiseerbaar 	<ul style="list-style-type: none"> - Geen registratie van activiteiten, bewerkte hoeveelheid, hulpstuk - Tankbeurten zonder pas zorgen voor fouten - Handmatige invoer van draaiuren
Periodiek uitlezen motormanagement	<ul style="list-style-type: none"> + Deels automatiseerbaar + Geen belasting machinist + Veel detailgegevens van motor en machine 	<ul style="list-style-type: none"> - Geen registratie van activiteiten, bewerkte hoeveelheid, hulpstuk - Tussenkost van uitleesapparatuur en dealer - Geen directe terugkoppeling van verbruik aan machinist - Merkafhankelijk
Draadloos uitlezen motormanagement	<ul style="list-style-type: none"> + Deels automatiseerbaar + Geen belasting machinist + Veel detailgegevens van motor en machine + Data real-time beschikbaar + Combinatie met track&trace mogelijk 	<ul style="list-style-type: none"> - Geen registratie van activiteiten, bewerkte hoeveelheid, hulpstuk - Merkafhankelijk
Eigen meet- en/of registratiesysteem	<ul style="list-style-type: none"> + Geautomatiseerd + Gemiddelde belasting machinist + Registratie mogelijk van alle gegevens + Koppeling met motormanagement en/of tankpassysteem mogelijk + Combinatie met track&trace mogelijk + Objectief 	<ul style="list-style-type: none"> - Gemiddelde belasting machinist - Investerings - Levering/installatie door derde partij

Concluderend

Een groot nadeel van alle methodes is dat het registreren van de uitgevoerde activiteiten, de bewerkte hoeveelheid en het gebruik van verschillende hulpstukken nog niet mogelijk is, of veel belasting oplevert voor de machine-operator. Wel wordt dit als kans gezien voor de machinefabrikanten en after-market meet/registratiesysteem leveranciers om dergelijke registraties te integreren (automatiseren) in de machine of registratiesysteem. Op die manier zou het mogelijk gemaakt kunnen worden dat de machinist de gegevens met een paar simpele handelingen kan vastleggen.

Wat doen bedrijven nu al aan voertuigmonitoring?

Uit de workshop en interviews met de bedrijven is gebleken dat vaak wel één van de genoemde methodes voor monitoring wordt toegepast. Echter wordt er door de bedrijven niet altijd dezelfde gegevens gemonitord. Daardoor is het onmogelijk gebleken om de gegevens efficiënt te verzamelen en met elkaar te vergelijken. Om die reden is door TNO een meetlijst opgesteld en verspreid zodat bedrijven op een uniforme manier handmatig het brandstofverbruik kunnen registreren. Een bijkomend voordeel van een handmatige registratie is dat het voor bedrijven die nog niet eerder hun brandstofverbruik monitorde een goedkope oplossing is. De meetlijst gaat er vanuit dat van elke machine de machine-operator dezelfde gegevens bijhoudt voor minimaal een aantal weken. Monitoringsgegevens van bedrijven die wel over een tankpassysteem of motormanagementuitlezing beschikken zijn wel ingezameld.

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

7/17

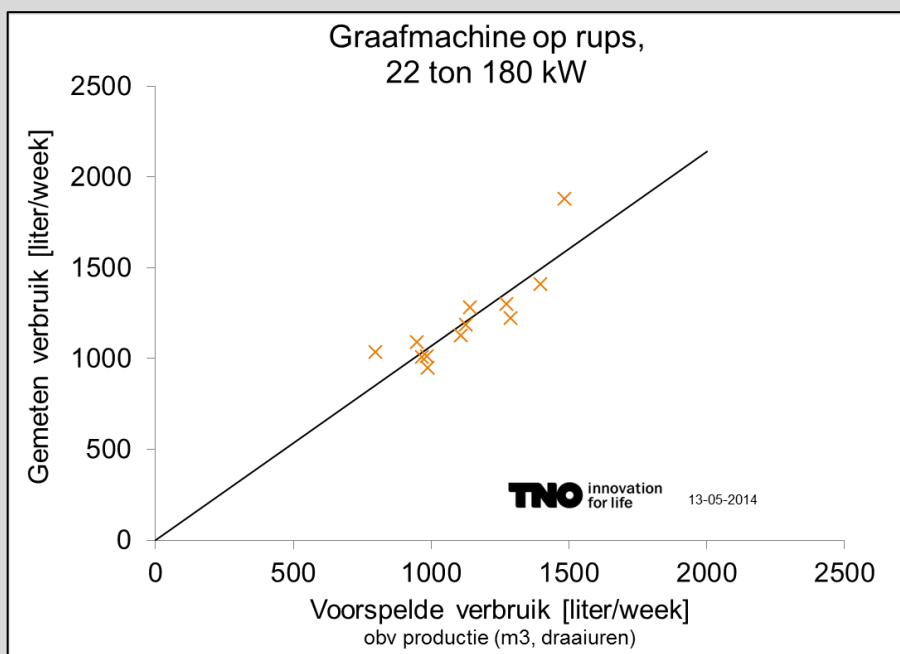
Datum
13 mei 2014

Onze referentie
2014-TM-NOT-0100007452

Blad
8/17

Voorbeeld: Verkregen inzicht door monitoring in een project

Het bedrijf Mourik Groot-Ammers BV heeft een groot ontgravingsproject uitgevoerd waarbij van o.a. een graafmachine het brandstofverbruik is gemonitord. Mourik Groot-Ammers BV heeft de monitoring uitgevoerd door het handmatig registreren van de bewerkte hoeveelheid grond [m^3] en de getankte liters brandstof per week. In het Technologie-Cluster-project zijn de gemonitorde gegevens geanalyseerd. In de grafiek hieronder is het werkelijke brandstofverbruik weergegeven in het oranje. Op basis van het gemeten brandstofverbruik, draaiuren en productie in [m^3] is een verband gevonden waardoor het verbruik kan worden ingeschat. In de grafiek is het werkelijke verbruik uitgezet tegen het voorspelde verbruik.



In bovenstaand voorbeeld is een relatie aangetoond op basis van 12 metingen op 1 project voor 1 type graafmachine. Door meer monitoringresultaten te verzamelen van meerdere verschillende machines van hetzelfde machinetype, kan de betrouwbaarheid van een voorspelling worden verbeterd.

2. Referentiedatabase

Om machines te kunnen vergelijken op brandstofverbruik is een referentie nodig. Omdat het aantal variabele gegevens heel groot is en maar een beperkt aantal kan worden geregistreerd, kunnen betrouwbare vergelijkingen vooral op basis van gemiddelden over meerdere metingen/projecten worden gemaakt. Om die reden is het verzamelen van brandstofverbruikgegevens van een grote groep machines noodzakelijk, en zijn de monitoringgegevens van alle deelnemers van het project verzameld in een database.

In onderstaande tabel zijn de voor- en nadelen van het verzamelen van verbruiksgegevens door bedrijven afzonderlijk of door de sector opgesomd.

Referentiedatabase	Voordelen	Nadelen
Bedrijven afzonderlijk	<ul style="list-style-type: none"> + Inzicht in eigen verbruik + Te gebruiken voor level 3 certificering CO₂-prestatieladder + Volledige bescherming eigen gegevens 	<ul style="list-style-type: none"> - Beperkt tot eigen, huidige machines - Geen vergelijking mogelijk tov sector - Meerdere jaren/metingen nodig voor voldoende statistiek
Sector-breed	<ul style="list-style-type: none"> + Veel en omvangrijk inzicht + Veel verschillende machines + Vergelijking eigen verbruik tov sector + Snelle data verzameling + Centrale afspraken over brandstofmonitoring 	<ul style="list-style-type: none"> - Kwaliteit van de metingen bepaalt de kwaliteit van de database getallen - Afhankelijk van het aantal bedrijven wat aansluit - Gevoeligheid van de gegevens

Gedurende het jaar dat het Technologie-Cluster-project heeft gelopen is een database opgezet en gevuld met brandstofverbruikmetingen uit de praktijk. Acht verschillende grote en kleine bedrijven hebben brandstofverbruikinformatie toegeleverd in de periode van juli 2013 t/m oktober 2013. TNO heeft de registraties verzameld en gevoed in een database. De database is gevuld met 211 individuele metingen, waarvan 83 goed bruikbare metingen van 40 verschillende werktuigen. Bruikbare metingen zijn metingen waarvan het machinetype, het motorvermogen, het aantal liters brandstof en de draaiuren zijn geregistreerd. Daarnaast zijn alle niet-plausibele (extreem hoge of lage) verbruiken uit de data gefilterd. Per machinetype is het gemiddelde verbruik over de bruikbare metingen berekend. De resultaten hiervan zijn beschikbaar gesteld in een Microsoft Excel spreadsheet aan de branche.

Datum
13 mei 2014

Onze referentie
2014-TM-NOT-0100007452

Blad
9/17

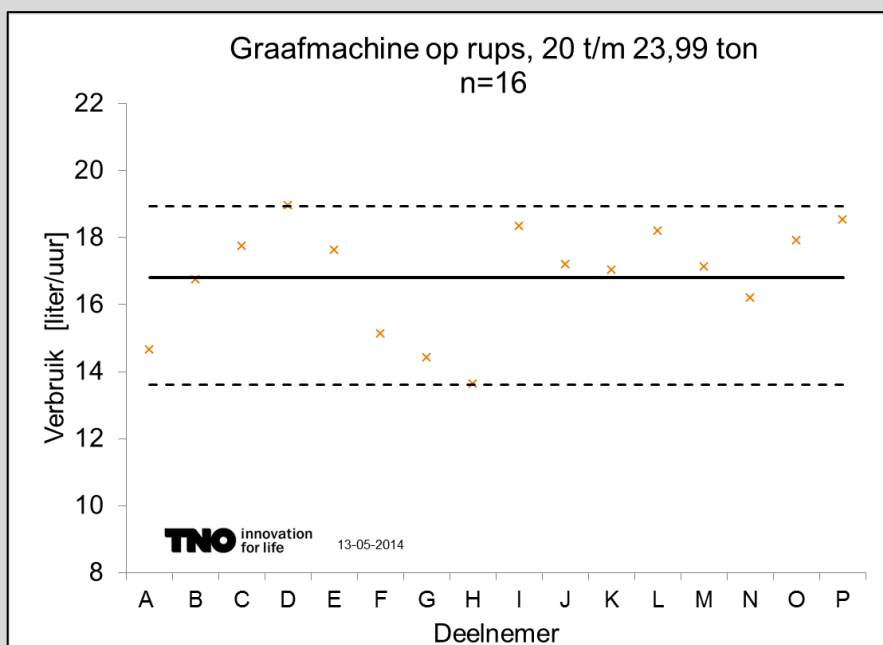
Datum
13 mei 2014

Onze referentie
2014-TM-NOT-0100007452

Blad
10/17

Voorbeeld: Invloed van de machinist

Bij het uitvoeren van vergelijkbare activiteiten met verschillende machinisten, kan de invloed van de machinist inzichtelijk worden gemaakt. Tijdens de Technische Kontakt Dagen (TKD) in 2012 is een proef gedaan door 30 kuub zand te verplaatsen met een graafmachine door verschillende deelnemers. Tijdens het verplaatsen van het zand is het brandstofverbruik genoteerd. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande grafiek. De gestippelde lijnen zijn de maximale en minimale waarde. De zwarte lijn is het gemiddelde van de metingen.



Uit de grafiek is op te maken dat ondanks een gelijke productie het verbruik een spreiding heeft rond een gemiddelde. Mogelijke besparingsoptie is om de machinisten op te leiden om zo zuinig mogelijk activiteiten uit te voeren zonder dat dit ten koste gaat van de productie. Het verwachte resultaat is dat het gemiddelde verbruik daardoor zal dalen en de spreiding verminderd zal worden. Door monitoring van vergelijkbare activiteiten na de opleiding van de machinisten is het aantonen van de besparing mogelijk.

Datum
13 mei 2014

Onze referentie
2014-TM-NOT-0100007452

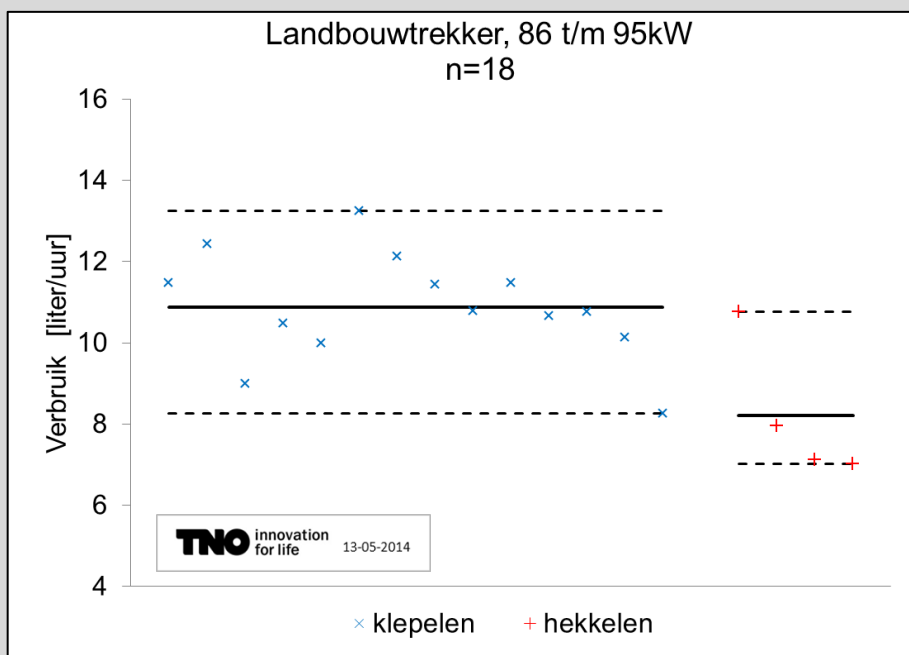
Blad
11/17

Voorbeeld: Verschil in verbruik per activiteit

Het verbruik van een machine is sterk afhankelijk van het type activiteit wat uitgevoerd wordt. Met data verkregen in het Technologie-Cluster-project is dat geïllustreerd met het voorbeeld van een landbouwtrekker. De data is afkomstig van Franeke Westra B.V.. Met de trekker, die altijd door dezelfde machinist bediend is, zijn twee verschillende type activiteiten uitgevoerd:

- Klepelen: fijnmaken van begroeiing met roterende klepels
- Hekkelen: sloten schoonmaken met een 'hekkel'

De resultaten zijn weergegeven in onderstaande grafiek. De gestippelde lijnen zijn de maximale en minimale waarde. De zwarte lijn is het gemiddelde van de metingen.



Uit de grafiek blijkt dat door het monitoren van gegevens onderscheid te maken is tussen het type activiteit en bijbehorend verbruik. Ondanks dat het aantal metingen beperkt is is het verschil in verbruik tussen de activiteiten zichtbaar. Door langer te meten ontstaat een betrouwbaarder beeld over het te verwachten verbruik per activiteit. Daardoor kan vooraf beter worden ingeschat hoeveel brandstof verbruikt gaat worden voor een activiteit.

3. Brandstofbesparende maatregelen

In het project zijn brandstofbesparende maatregelen geïnventariseerd met de bedrijven in een workshop. De lijst met besparingsopties is als bijlage aan deze memo toegevoegd.

Uit interviews met bedrijven is gebleken dat al wel besparingsopties worden toegepast, maar dat het erg lastig blijft om de voorgenomen besparing en kostenreductie naderhand aan te kunnen tonen. Hierdoor is het lastig om een investering in besparingsopties te kunnen onderbouwen.

Om het effect van besparingsopties goed aan te tonen wordt aanbevolen om de (aanvullende) monitoringaanpak per geval te bekijken. De opties voor monitoring zijn het plaatsen van extra sensoren en een datalogger, het uitlezen van het motormanagement of het registreren van extra gegevens.

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

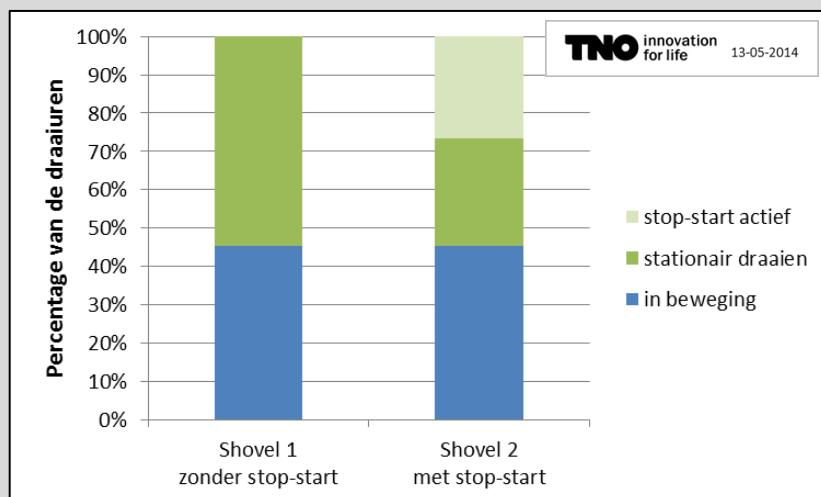
2014-TM-NOT-0100007452

Blad

12/17

Voorbeeld: Besparing van een stop-start systeem

Mechielsen Oldenhove BV heeft op een bietenfabriek twee bijna identieke shovels ingezet met vergelijkbaar werk. Eén van de shovels was uitgerust met een stop-startsysteem; de andere shovel niet. Door de toepassing van een stop-startsysteem worden de stationaire draaiuren verminderd doordat de motor wordt uitgeschakeld als er meer dan een aantal minuten het gaspedaal niet bediend wordt. In de grafiek hieronder is te zien dat het stop-start systeem heeft gezorgd voor een halvering van de stationaire draaiuren.



In het Technologie-Cluster-project is het besparingseffect van het stop-startsysteem geëvalueerd op basis van de gegevens die afkomstig zijn van het motormanagement (periodiek uitleesbaar). Uit de gegevens is gebleken dat de shovel met stop-startsysteem tussen de **8 en 12% minder brandstof** heeft verbruikt dan de shovel zonder stop-start-systeem.

4. Voorcalculatie

Uit interviews en een workshop is gebleken dat bedrijven moeite hebben met het maken van een goede voorcalculatie van het te verwachten brandstofverbruik en CO₂-emissies. De reden hiervoor is het gebrek aan een standaard aanpak. Een algemeen geaccepteerde en breed gedragen voorcalculatiesysteem voor brandstofverbruik en CO₂-emissies bestaat nog niet. Dat zorgt er nu voor dat elk bedrijf op een eigen manier de voorcalculaties maakt wat niet altijd even efficiënt verloopt. De bedrijven in het project hebben aangegeven dat er een flinke efficiëntieverbetering mogelijk is als er een gestandaardiseerde of breed geaccepteerd voorcalculatiemethode of -systeem beschikbaar zou zijn. Dat systeem zou dan geïntegreerd kunnen worden in bestaande calculatie programma's. Een uitbreiding van een voorcalculatie systeem zou moeten bevatten:

- Gestandaardiseerde (sector of bedrijf specifieke) verbruiken per machine uitgesplitst naar type activiteit.
- De besparingsopties die kunnen worden ingezet. Zodoende kan het effect op brandstofverbruik besparing en CO₂-emissie reductie inzichtelijk gemaakt worden.
- Vergelijkingsmogelijkheid om activiteiten en machinekeuzes te kunnen evalueren.

Uit interviews met bedrijven is gebleken dat er veelal wordt gewerkt met planning en voorcalculatie software waarin per activiteit van een project wordt ingevoerd welke machines ingezet gaan worden. Door het uitbreiden van de machinegegevens in de software met een branche-gemiddeld brandstofverbruik (uit bijvoorbeeld de referentie-database) kan het totale verbruik en CO₂ emissie over het gehele project relatief makkelijk worden berekend. Na afronding van het project kan de berekening nogmaals worden uitgevoerd op basis van de werkelijke activiteiten en worden vergeleken met het werkelijke verbruik. Dit kan een aanzet zijn tot 'het nieuwe calculeren'. Hiermee wordt het reduceren van het brandstofverbruik en het aantonen van een CO₂-besparing na afronding van een project transparanter en eenvoudiger voor alle bedrijven die gebruik maken van de branche-gemiddelde verbruiken. Zowel de uitvoerder als de opdrachtgever zijn hierbij gebaat.

Conclusies

In de memo is een opzet gegeven voor een systematiek die bedrijven in de sector kan helpen om de brandstofverbruiksreductie te kunnen aantonen én ze in staat stelt eigen brandstofverbruiksprestaties te kunnen verbeteren. Op basis van de voorgestelde systematiek kan het volgende worden geconcludeerd per aangescherpte doelstelling en kennisbehoefte vraag:

1. Hoe krijg ik als bedrijf een beter inzicht in CO₂ emissies en brandstofverbruik?

Metten = weten! Door het monitoren van het brandstofverbruik van machines wordt inzicht verkregen in het werkelijke verbruik. Er zijn verschillende methodes voor

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

13/17

het monitoren. Alle methodes kunnen het uurverbruik monitoren, maar om een betrouwbaar verbruik per machine en type activiteit te kunnen vaststellen zijn alleen de handmatige registratie en eigen meet/registratiesysteem geschikt. Door een (geautomatiseerde) combinatie van meerdere methodieken te maken is dat ook mogelijk. Voor alle methodieken geldt dat de werkbelasting voor de machinist geminimaliseerd moet zijn. Door monitoringsgegevens sector-breed te verzamelen in een referentiedatabase kan sneller inzicht worden verkregen in brandstofverbruik en CO₂-emissies. De database opgezet in dit project bevat nu nog te weinig data.

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

14/17

2. Welke besparingsopties voor brandstof heb ik als bedrijf, en hoeveel kan ik daar aantoonbaar mee besparen?

Er zijn diverse besparingsopties beschikbaar voor de machine, machinist of organisatie op de bouwplaats. Een opsomming is bijgevoegd als bijlage. Hoeveel brandstof bespaard kan worden zal per optie verschillen. Om hierover harde, kwantitatieve uitspraken te kunnen doen zijn meer gegevens nodig uit praktijkmetingen. Op basis van de gegevens die tijdens het project beschikbaar zijn gekomen is het nog niet mogelijk om uitspraken te kunnen doen over hoeveel bespaard kan worden per besparingsoptie. Bij systematisch gebruik van de beschreven monitoringsaanpak en veel gerichtere metingen door voldoende bedrijven zal dat inzicht op termijn wel ontstaan.

3. Welke systematiek kan ik als bedrijf gebruiken om het brandstofverbruik inclusief besparingen snel en eenvoudig inzichtelijk te maken in een voorcalculatie?

In het project is niet gewerkt aan een keuze voor een systematiek om het brandstofverbruik inzichtelijk te maken in een voorcalculatie. De reden is dat er nog geen systematiek bestaat. Bedrijven maken wel gebruik van voorcalculatiesoftware, maar die is (nog) niet in staat om het brandstofverbruik of -besparingen door het toepassen van besparingsopties inzichtelijk te maken. Dit komt deels omdat er geen verbruiksgegevens uit de praktijk beschikbaar zijn en er nog onvoldoende inzicht is in hoeveel brandstof verschillende opties kunnen besparen. In het project is wel gewerkt aan het sector-breed verzamelen van praktijkverbruiksgetallen die als sectorgemiddelden gebruikt zouden kunnen worden in een systematiek.

4. Hoe presteer ik als bedrijf ten opzichte van andere bedrijven in de sector?

Door het sector-breed voortzetten van het centraal verzamelen en analyseren van het brandstofverbruik van machines wordt het mogelijk om het eigen verbruik te kunnen vergelijken met het gemiddelde per machinetype en/of type activiteit van de sector. Bedrijven onderling zullen niet snel inzicht geven in hun verbruik omdat die gegevens vaak als bedrijfsvertrouwelijk worden beschouwd. De elf bedrijven in dit project hadden geen bezwaar met het inzamelen van de gegevens door een onafhankelijke partij als TNO. De referentiedatabase bevat nu nog te weinig data om betrouwbare verbruiksgegevens te kunnen genereren.

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

15/17

5. Hoe kan ik met mijn bedrijf ook in de toekomst efficiënt met brandstofbesparing omgaan?

Het (blijven) monitoren van het verbruik is essentieel om in de toekomst de effecten van besparingsopties betrouwbaar te kunnen bepalen en daarmee efficiënt brandstof te kunnen besparen. In dit project zijn twee manieren onderscheiden om met de gemonitorde gegevens om te gaan. Bedrijven kunnen hun verbruiksgegevens individueel registreren en analyseren. Het voordeel hiervan is dat er geen gegevens over brandstofverbruik gedeeld hoeven te worden met de sector. De belangrijkste nadelen zijn dat er geen sectorgemiddelde verbruiksgegevens ontstaan om mee te vergelijken, en dat de opbouw van de gegevens en inzichten over de effecten van besparingsopties vele jaren in beslag kan nemen, zeker voor kleinere bedrijven. Een andere aanpak is dat verbruiksgegevens (anoniem) worden gedeeld en verzameld in een centrale database. Dit kan de sector helpen in een sneller, collectief leerproces om brandstof en kosten te besparen. Hierdoor wordt het in de toekomst mogelijk om het gemiddelde verbruik per machine en activiteit van de sector te kunnen gebruiken voor een voorcalculatie of om de prestaties van het eigen bedrijf te vergelijken met de sector. Deze aanpak vergt wel goede afspraken en voldoende waarborgen om bedrijfsvertrouwelijke informatie te beschermen.

Aanbevelingen

Met de conclusies uit het vorige hoofdstuk is een aantal vragen deels beantwoord. Om de vragen in de toekomst in zijn geheel te kunnen beantwoorden voor de sector worden de volgende aanbevelingen gedaan.

Verbeteren monitoring

Op dit moment is het vrij makkelijk om alleen draaiuren en liters brandstof per machine te monitoren. Om een betrouwbaar inzicht te krijgen in het verbruik is het toevoegen van gegevens als het type activiteit, gebruikte hulpstuk en bewerkte hoeveelheid belangrijk. Daarom zal er gewerkt moeten worden aan een verbeterde monitoring waarin alle relevante verbruiksgegevens gemonitord kunnen worden zonder dat dit extra tijd in beslag neemt voor de machinist. Bedrijven kunnen denken aan het verbeteren van de monitoring door het uitbreiden van de al toegepaste monitoringsmethodiek van fabrikanten, leveranciers van meet/registratiesystemen of tankpassysteem. Gezien dit relevant is voor meerdere bedrijven kan gedacht worden om dit punt als sector verder uit te werken.

Referentiedatabase

In de conclusies wordt genoemd dat door monitoringsgegevens sector-breed te verzamelen, in bijvoorbeeld de referentiedatabase, sneller inzicht kan worden verkregen in het brandstofverbruik en CO₂-emissies van machines en type activiteiten. Voorlopig staan er in de database nog onvoldoende gegevens om betrouwbare gemiddelde verbruiksgegevens te kunnen berekenen. Een

voortzetting van het sector-breed verzamelen van verbruiksgegevens zou dat wel mogelijk maken. Het sector-breed verzamelen van data vergt goede afspraken en waarborgen om bedrijfsvertrouwelijke informatie te beschermen. Aanbeveling van TNO is om de wenselijkheid en mogelijkheden hiervan te verkennen.

Datum

13 mei 2014

Onze referentie

2014-TM-NOT-0100007452

Blad

16/17

Besparingsopties

In het project zijn geen specifieke metingen uitgevoerd om het potentieel van besparingsopties te kunnen vaststellen. Voor bedrijven is het nog steeds onduidelijk hoeveel brandstof per optie bespaard kan worden in de praktijk. Voor het aantonen van een besparing van een besparingsoptie is in veel gevallen een gerichte monitoring nodig. Ook hier zou een sector-brede aanpak sneller kunnen leiden tot het inzicht in de werkelijke besparingen in plaats van dat bedrijven dat afzonderlijk doen. Bij een sector-brede aanpak kan gedacht worden aan het uittesten van verschillende besparingsopties door meerdere bedrijven tegelijk.

Uitbreiden voorcalculatie

Gedacht kan worden om bestaande voorcalculatie software uit te breiden met de functionaliteit om het verbruik, CO₂-emissies en besparingspotentieel van besparingsopties inzichtelijk te maken. De resultaten daarvan kunnen dan makkelijker worden overgenomen om het geschatte verbruik en CO₂-emissies inzichtelijk te maken voor een opdrachtgever. Door een aantal van de bedrijven uit het project wordt al gebruik gemaakt van voorcalculatiesoftware. Om een functionele uitbreiding mogelijk te maken zouden verbruiksgegevens machines van bedrijven afzonderlijk of sector-breed beschikbaar moeten komen. Daarvoor zijn een voortzetting van (verbeterde) monitoring, evaluatie van besparingsopties en het eventueel sector-breed verzamelen van verbruiksgegevens nodig.

Tot bedrijfsspecifieke of sector-breed verzamelde verbruiksgegevens beschikbaar komen, is een alternatief om verbruiksgetallen uit EMMA⁴ te gebruiken als gemiddelde verbruik voor een machinetype.

⁴ Emissiemodel Mobile Machines gebaseerd op machineverkoop in combinatie met brandstof Afzet (EMMA) – TNO rapport, TNO-034-UT-2009-01782-RPT-ML. De verbruiksgetallen uit EMMA zijn gebaseerd op een theoretische afschatting van de brandstof die jaarlijks wordt verbruikt in de sector en het aantal werktuigen die er in Nederland zijn verkocht en worden gebruikt

Bijlage**Datum**
13 mei 2014**Onze referentie**
2014-TM-NOT-0100007452**Blad**
17/17**Lijst met geïnventariseerde besparingsopties**

Op 3 oktober is een workshop gehouden waarin de verschillende bij bedrijven bekende brandstofbesparende opties zijn geïnventariseerd. Per besparingsoptie is een inschatting gemaakt door de bedrijven hoeveel brandstof bespaard kan worden. Hieronder volgt een opsomming van de besparingsopties en ingeschatte brandstofbesparing.

Type	Besparingsoptie	Ingeschatte of verwachte besparing
Technisch	Stop-startsysteem	3-10%
	Standkachel ipv koelwater van de motor	2-5%
	Snelheidsbegrenzer	niet bekend
	Bandenspanningscontrole	niet bekend
	Instelbare bandenspanning	niet bekend
	Track&Trace-systeem	niet bekend
	Nieuwe zuinige machines	niet bekend
	Preventief onderhoud + inkoop	niet bekend
Gedrag	Het nieuwe draaien/rijden	~ 10%
	Competitie machinisten onderling	niet bekend
Overig	Plaatsen rijplaten	niet bekend
	Werkplanning	niet bekend
	Rekening houden met weersomstandigheden (indien mogelijk)	niet bekend