



Brandstofverbruik metingen gekoppeld aan RTK-GPS data

Resultaten behaald in het kader van “De Energieboerderij”

Ard Nieuwenhuizen, Bert Vermeulen, Ben Verwijs





Brandstofverbruik metingen gekoppeld aan RTK-GPS data

Resultaten behaald in het kader van “De Energieboerderij”

Ard Nieuwenhuizen¹, Bert Vermeulen¹, Ben Verwijs¹

¹ Wageningen UR

© 2011 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Agrosysteemkund.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 05 82
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Materialen en methoden	3
2.1 Apparatuur	3
2.1.1 Brandstofmeters	3
2.1.2 Positiebepaling	3
2.1.3 Verzamelen en opslag van data	3
2.1.4 Tractoren en zelfrijdende werktuigen	3
2.2 Programmatuur	5
2.2.1 Meetprogramma	5
2.2.2 Analyseprogramma en kengetallen	7
2.3 Gemeten binnen Energieboerderij	10
2.3.1 Veldbewerkingen	10
2.3.2 Verschillende bandenspanningen	10
3. Resultaten en discussie	11
3.1 Veldbewerkingen	11
3.1.1 PPO Vredepeel Fendt 412	11
3.1.2 PPO Wijnandsrade Case-IH CVX 1135	12
3.1.3 Jakobs Geijsteren Fendt 818	12
3.1.4 Jakobs Geijsteren Vervaet Hydro Trike (zelfrijdende bemester)	13
3.2 Object bandenspanningen	14
Bijlage I. Overzicht bron logfiles Energieboerderij	1

1. Inleiding

Binnen het project de Energieboerderij zijn brandstofverbruik metingen gekoppeld aan RTK-GPS data uitgevoerd. De aanleiding hiervoor was om betrouwbare gegevens te produceren die aangeven hoe groot de input van fossiele energie in de vorm van diesel is. Dit is uitgewerkt door brandstofverbruik te meten tijdens een aantal bewerkingen die passen bij de gewassen die onderzocht worden binnen Energieboerderij. Deze brandstofverbruiksmetingen dragen hierdoor bij aan het tweede doel van Energieboerderij: "Het ontwikkelen en implementeren van economisch, ecologisch en sociaal verantwoorde teeltwijzen voor de productie van energiegewassen. Dit moet leiden tot 'best practices' voor de teelt van energiegewassen, waarbij in de teelt wordt voldaan aan de duurzaamheidscriteria uit de hoofddoelstelling. De hoofddoelstelling luidt namelijk: Het ontwikkelen en toetsen van een meetsysteem waarmee de duurzaamheid van energieproductieketens op basis van biomassa kan worden bepaald aan de hand van duurzaamheidscriteria op economisch, ecologisch en sociaal terrein. Dit draagt bij aan een certificeringssysteem voor de productie en omzetting van biomassa naar duurzame energie.

Om de best practices te kunnen kwantificeren zijn voor de gewassen die binnen Energieboerderij onder de aandacht zijn (koolzaad, energiemais, en energiebieten) meerdere bewerkingen gemeten en geanalyseerd. Op deze manier sluiten de metingen en geproduceerde kengetallen aan op de werkpakketten 2, 3, en 4 resp. Werkpakket keten koolzaad voor biodiesel en PPO, Werkpakket keten energiemais voor vergisting, Werkpakket keten energiebieten voor bio-ethanol.

De gemeten en verwerkte brandstofmeter gegevens kunnen gebruikt worden om in energiebalansen door te rekenen wat de effecten zijn van op grotere schaal gebruiken van bepaalde werktuigen of transportbewegingen. Ook kunnen de brandstofmetergegevens tot input zijn voor berekeningen van CO₂ emissies. Daardoor kunnen de gegevens ook worden voor het meetsysteem ontwikkeld voor Energieboerderij.

2. Materialen en methoden

2.1 Apparatuur

De apparatuur benodigd voor het meten van brandstofverbruik is afhankelijk van de sector waarin de verbruiksmeter wordt gebruikt. Voor het plaats specifiek meten van het brandstofverbruik binnen akkerbouwpercelen is gebruik gemaakt van AIC brandstofmeters. Deze brandstofmeters zijn nauwkeurig en betrouwbaar om de volgende redenen. Ten eerste wordt de brandstof stroom gemeten bij een constante bedrijfstemperatuur, verandering van dichtheid door verandering van temperatuur heeft hierdoor geen invloed op de meetwaarden. Ten tweede wordt de retourstroom van brandstof naar de dieseltank in dezelfde meter gemeten, met een meer betrouwbare meetwaarde als gevolg. Binnen Energieboerderij zijn de hieronder beschreven AIC meters gebruikt.

2.1.1 Brandstofmeters

1) Brandstofverbruiksmeter: merk: AIC systems, type : AIC-888 instructor

- capaciteit : max. 200 liter/uur.

- vermogensbereik : max. 515 kW. (\pm 700 pk).

- resolutie : standaard 800 pulsen/liter.

Overig: bestand tegen BioDiesel, Geijkt bij laag en hoog verbruik

2) Brandstofverbruiksmeter: merk: AIC systems, type : AIC-884 instructor

- capaciteit : max. 80 liter/uur.

- vermogensbereik : max. 220 kW. (\pm 300 pk).

- resolutie : standaard 2000 pulsen/liter.

Overig: bestand tegen BioDiesel, Geijkt bij laag en hoog verbruik

2.1.2 Positiebepaling

Bij het meten van het brandstofverbruik is ook de positie, rijsnelheid en tijd van de metingen vastgelegd. Hierbij is, indien beschikbaar, gebruik gemaakt van het RTK-GPS systeem op de trekker of zelfrijdend werktuig. Als geen RTK-GPS systeem beschikbaar was waarvan het signaal kon worden afgetapt, is gebruik gemaakt van een losse DGPS antenne op het dak van de trekker.

2.1.3 Verzamelen en opslag van data

Het uitgangssignaal van de brandstofverbruiksmeter en het signaal van de RTK-GPS zijn aangesloten op een netbook computer met 10,1 inch scherm. De pulsen van de brandstofmeter worden met een hardware counter geteld, waardoor geen puls overgeslagen kan worden. Eén maal per seconde wordt deze counter uitgelezen en wordt de meetwaarde opgeslagen in een tekstfile. Meer uitleg over de dataverwerking in het onderdeel programmatuur.

2.1.4 Tractoren en zelfrijdende werktuigen

De verschillende tractoren en zelfrijdende werktuigen waarop brandstofverbruik gemeten is staan hieronder weergegeven.

PPO proefbedrijf Vredepeel

Fendt 412 Vario TMS.

Merk/type motor: Deutz 4 cilinder, slagvolume 4038 cm³, zonder powerboost (geen turbo of intercooler).

Vermogen nominaal: 81 kW (110 pk; ECE R24)

Max. koppel: (Nm/toerental) 550/1400

Brandstofverbruik: fabrieksopgave Optim. 205 g/kWh (praktijktest: 263 g/kWh (zespuntsmeting bron Boerderij)

Transmissie: continu variabele transmissie (cvt)

Max snelheid (km/h) 50 bij 1.600 tpm.

Hydrauliek: 4 DW, loadsensing 75 l/min. (110 l optie), 38 l ontleembaar.

Hefkracht: 6,6 ton.

Afmetingen en gewichten

- Leeggewicht (kg) 5400
- Max. toelaatbaar gewicht (kg) 9000
- Totale lengte (mm) 4730
- Totale breedte (mm) 2340
- Totale hoogte (mm) 2900
- Wielbasis (mm) 2417

Standaard bandenmaat

- Voor: 480/65 R24
- Achter: 540/65 R38

PPO locatie Wijnandsrade

Case-IH CVX1135

Merk/type motor: Sisu 620.95 6 cilinder slagvolume 6600 cm³ (geen turbo of intercooler)

Nominaal vermogen (kW): 101 (137.4 pk)

Max. koppel (Nm/toerental): 570/1400

Brandstofverbruik: fabrieksopgave Optim. 201 g/kWh

Transmissie: traploos

Max snelheid (km/h) 40

Afmetingen en gewichten

- Leeggewicht (kg) 6390
- Max. toelaatbaar gewicht (kg) 10000
- Totale lengte (mm) 4756
- Totale breedte (mm) 2490
- Totale hoogte (mm) 3000
- Wielbasis (mm) 2822

Standaard bandenmaat

- Voor 540/65 R28
- Achter 650/65 R38

Loonbedrijf Fa. Jakobs (Heikampweg 3, 5862 AR Geijsteren)

Vervet Hydro Trike (bouwjaar 2008; chassisnummer XL9TR0018F1114290)

Motor: DAF MX 300 S1, Slagvolume 12,9 liter. Vermogen 300 kW (408 pk) bij nominaal motortoerental 1500 - 1900 omw/min, Koppel 2000 Nm bij nominaal motortoerental 1000 - 1410 omw/min

Rijaandrijving: vol hydrostaat met versnellingsbak

Voorwiel: variable hydromotor, 170 graden draaibaar

Werksnelheid: +/- 20 km/h

Wegsnelheid: +/- 40 km/h

Afmetingen en gewichten

- Lengte (m): 6,50 (bij 10 m³ versie)
- Breedte (m): 3,15
- Hoogte (m): 3,80
- Gewicht (kg): 11800 (10 m³, excl. injecteur)
- Netto (kg): 8200 (excl. mestopbouw)
- Bandenmaat:
 - voor 1000-50x25
 - achter 1050-50x32

Loonbedrijf Fa. Jakobs (Heikampweg 3, 5862 AR Geijsteren)

Fendt 818

Merk/type motor Deutz 6 cilinder, cilinderinhoud 6057 cm³

Nominaal vermogen (kW/pk) (ECE R24) 125 / 170

Max. koppel (Nm/toerental): 804/1450

Optim. brandstofverbruik (g/kWh): 195 (specifieke brandstofverbruik vertoont een oplopend beeld naar beide zijden met als laagste optimale punt 217 g/kWh bij 1.500 omw./min van de motor. Bij de standaard aftakstoerentallen is dat opgelopen tot ongeveer 230 g/kWh. Tot aan het nominaal toerental stijgt het specifieke verbruik tot 240 g/kWh

Transmissietype: traploze Vario transmissie (cvt)

Maximumsnelheid (km/u): 50

Maten en gewichten

- Leeggewicht volgens DIN 70020 (kg): 7185
- Max. toel. totaalgewicht (kg): 12500
- Totale lengte (mm): 4753
- Totale breedte (mm): 2570
- Totale hoogte (mm): 3025
- Wielbasis (mm): 2720

Standaard bandenmaat

Voor: 540/65 R30

Achter: 650/65 R42

2.2 Programmatuur

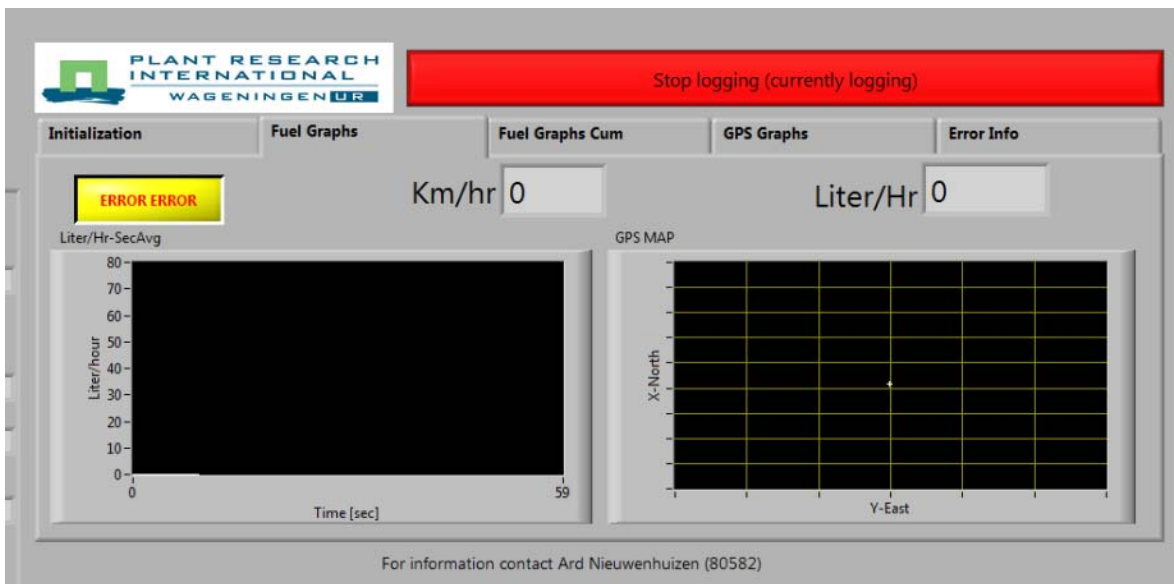
De programmatuur voor het uitvoeren van brandstofverbruiksmetingen bestaat uit 2 onderdelen. Het eerste onderdeel is het meetprogramma op de trekker. Het tweede onderdeel is het analyseprogramma dat op een desktop pc draait. In dit onderdeel worden de gebruikte instelwaarden uitgelegd bij het vastleggen en verwerken van de brandstofmeetgegevens.

2.2.1 Meetprogramma

In Figuur 1 is weergegeven welke gegevens de gebruiker in moet geven voordat een brandstofmeting gestart kan worden. Op verzoek kan ook de perceelsnaam ingegeven worden.

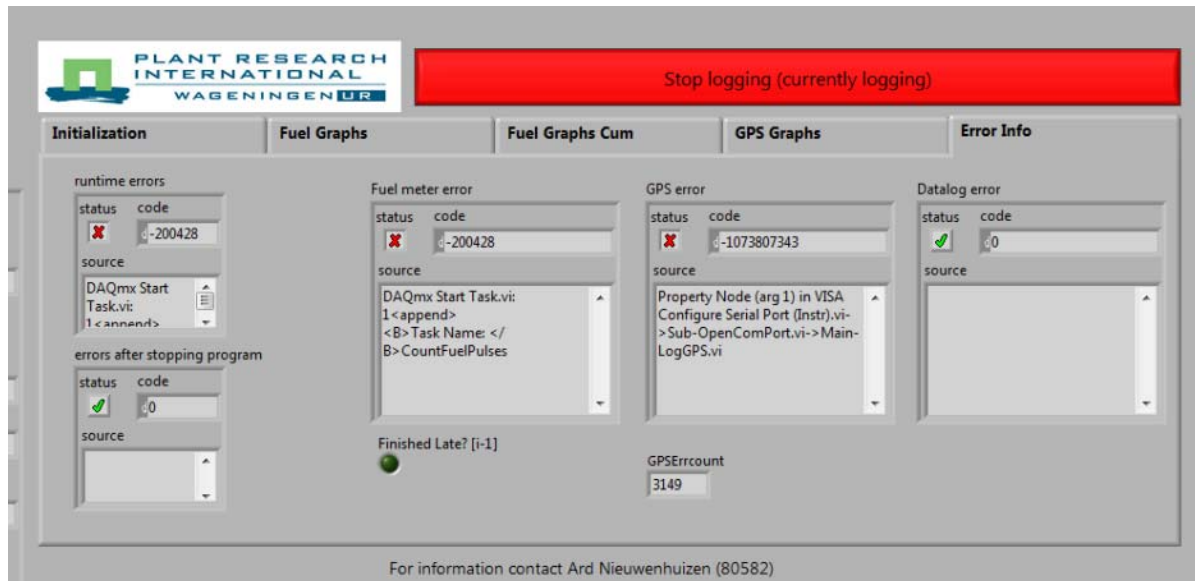
Figuur 1 *Ingave van gebruikersgegevens tijdens het opstarten van het meetprogramma voor de brandstofmetingen.*

Tijdens de brandstofmetingen verschijnt het scherm zoals weergegeven in Figuur 2. Daarin is aan de linkerkzijde weergegeven het brandstofverbruik van de afgelopen minuut en aan de rechterzijde een kaartje van de afgelegde route van de afgelopen 10 minuten. Dit geeft de chauffeur een goed beeld van de werking van de software en tevens inzicht in zijn gedrag. Ook is er weergave van eventuele fouten in de GPS verbinding of van de hardware van de brandstofmeter.



Figuur 2 *Het weergavescherm tijdens de brandstofmetingen.*

In Figuur 3 is weergegeven het scherm waarin de diagnose kan worden gedaan zodra er zich fouten voordoen binnen het programma. Er kan vastgesteld worden of zich fouten voordoen in het GPS signaal of dat er zich fouten voordoen in het vastleggen van het signaal van de brandstofmeter.



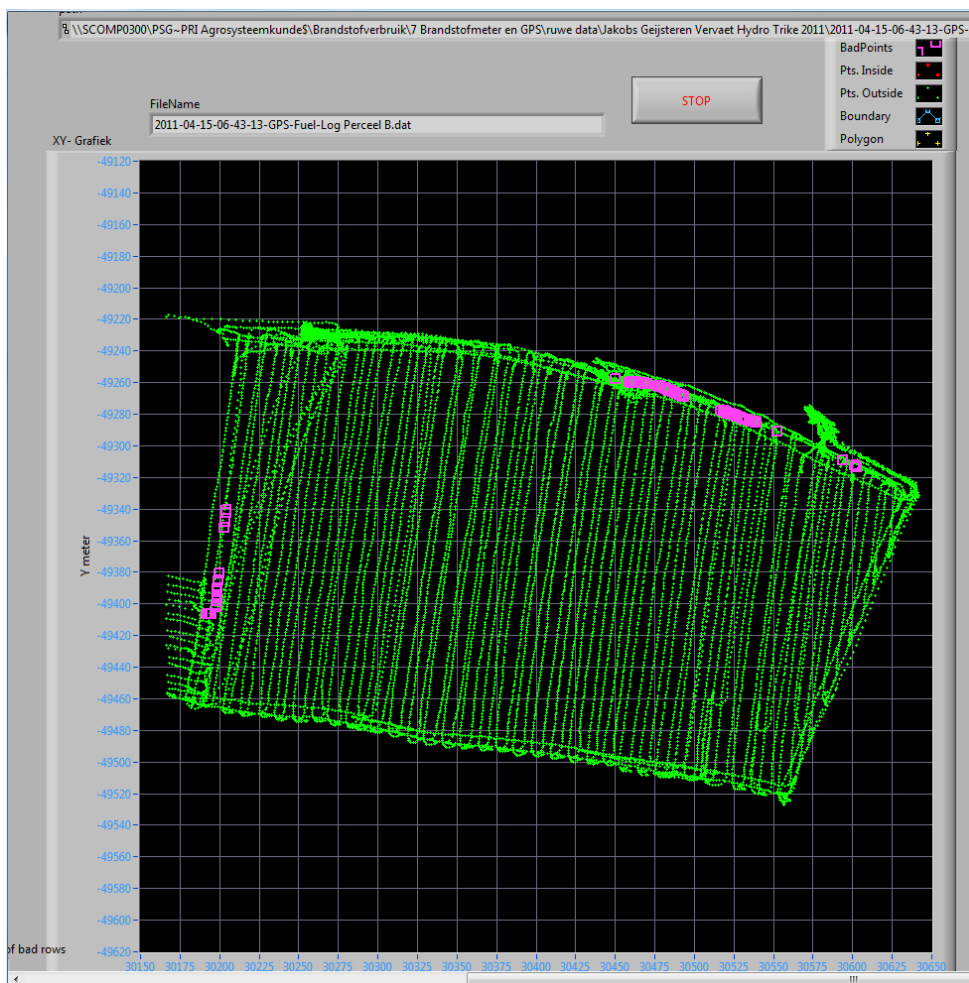
Figuur 3 Het diagnose scherm van de meetsoftware van de brandstofmetingen.

Na afsluiten van het meetprogramma wordt het tekstbestand met daarin de meetgegevens afgesloten. Aansluitend kan de data via USB-stick van de laptop worden gehaald en via e-mail aan de persoon gestuurd worden die de analyse van het brandstofverbruik uitvoert.

2.2.2 Analyseprogramma en kengetallen

Het analyseprogramma leest het tekstbestand in wat door het meetprogramma is weggeschreven. Een eerste verwerkingsstap is controle op eventuele fouten in de hardware die opgetreden zijn tijdens het loggen (wegvallen GPS- signaal, niet correct aangesloten brandstofmeter). Deze meetpunten zijn verwijderd. Een tweede check is het filteren van meetpunten die boven een maximaal theoretisch verbruik van de gebruikte trekker of machine liggen. In enkele gevallen heeft de brandstofmeter erg hard getrild met foute meetwaarden als gevolg, deze zijn dus uit de data gefilterd.

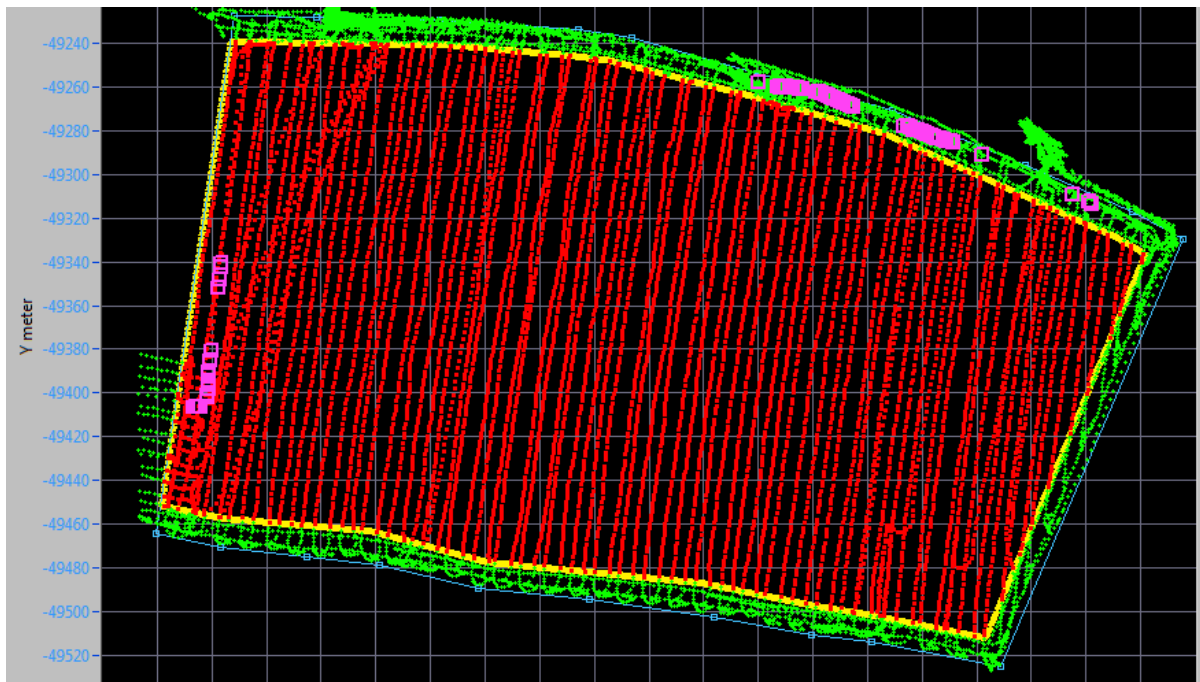
Na deze eerste automatische voorverwerking van de data worden alle gelogde gegevens gepresenteerd in het analyseprogramma. De weergave van een perceel in het analyseprogramma is weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4 Weergave van het ingelezen perceel in de analysesoftware op de desktop computer.

Vervolgens zijn de bestanden opgeknipt in transport en veldwerk. Deze bestanden zijn weer individueel geanalyseerd. Voor veldwerk betekent dit het handmatig intekenen van de grenzen rondom het perceel (voor oppervlakte bepaling) en het handmatig intekenen van de grenzen van de kopakkers en de hoofdbewerking. Hierdoor komt data beschikbaar die gebruikt kan worden in berekeningen om per hectare brandstofverbruik te bepalen. De polygoenen en geselecteerde punten zijn weergegeven in Figuur 5.

Zodra de polygoenen goed zijn ingetekend en opgeslagen, zijn de kengetallen voor de punten binnen en buiten de polygoenen bepaald.



Figuur 5 Weergave van de veldpolygoon (blauw), hoofdbewerkingspolygoon (geel) en de geselecteerde punten voor de hoofdbewerking (rood).

De gemeten en berekende kengetallen zijn:

FileName Bestandsnaam van de logfile die is verwerkt

Hoofdbewerking:

GoogleMapsString String die in Google Maps geplakt kan worden om positie van perceel te beoordelen

Average[km/hr] Gemiddelde snelheid tijdens de hoofdbewerking

AverageFuel[L/Hr] Gemiddeld brandstofverbruik tijdens de hoofdbewerking

Fuel[L] Totaal aantal liters verbruikte brandstof

Fuel[L/Ha] Totaal aantal liters gedeeld door de bepaalde oppervlakte

Distance[m] Afgelegde afstand binnen de hoofdbewerking

WorkingWidth[m] Oppervlakte gedeeld door de afgelegde afstand

Area[Ha] Oppervlakte van de polygoon die de hoofdbewerking omsluit

Time[sec] Tijd (aantal meetpunten) binnen de hoofdbewerking

NumberOfTurns[#] Aantal malen gedraaid op de kopakker

Kopakker:

GoogleMapsString String die in Google Maps geplakt kan worden om positie van perceel te beoordelen

Average[km/hr] Gemiddelde snelheid

AverageFuel[L/Hr] Gemiddeld brandstofverbruik tijdens de hoofdbewerking

Fuel[L] Totaal aantal liters verbruikte brandstof

Fuel[L/Ha] Totaal aantal liters gedeeld door de bepaalde oppervlakte

Distance[m] Afgelegde afstand binnen de hoofdbewerking

WorkingWidth[m] Oppervlakte gedeeld door de afgelegde afstand

Area[Ha] Oppervlakte van de polygoon die het perceel omsluit minus de opp. van de hoofdbewerking

Time[sec] Tijd (aantal meetpunten) binnen de kopakker

Algemeen:

Operator Bestuurder van de trekker tijdens het loggen

Tractor	Type tractor of zelfrijdend werktuig
Machine	Machine
Werkbreedte	Werkbreedte ingegeven door de chauffeur
Grondsoort	Type grondsoort (klei, zand, loss)
Bodemvocht	Vochtgehalte (droog, gemiddeld, nat)
Bodemtoestand	Dichtheid van de bodem (los, bezakt, vast)

Deze kengetallen zijn weggeschreven in tekstbestanden en vervolgens in Excel samengevat.

2.3 Gemeten binnen Energieboerderij

Hieronder volgt een overzicht van de bewerkingen die in 2011 gemeten zijn binnen Energieboerderij.

2.3.1 Veldbewerkingen

Op proefbedrijf Vredepeel zijn met onderstaande machines de veldbewerkingen uitgevoerd:

- Front klepelmaaier (klepelen van Bladrammenas)
- Front klepelmaaier (klepelen van Japanse haver)
- Kipwagen (wegtransport van aardappel)
- Kipwagen (bieten transport op het veld en kavelpad en het lossen)
- Ploeg
- Schijvencultivator
- Woeler
- Zaaicombinatie
- Zaaimachine maïs

Voor de locatie Wijnandsrade zijn de volgende veldbewerkingen uitgevoerd:

- Woeler
- Zaaicombinatie
- Zaaimachine bieten

Loonbedrijf Jakobs:

- Transport bij maishakselen
- Bemesten akkerbouw en grasland

2.3.2 Verschillende bandenspanningen

Op Vredepeel is 1 meting uitgevoerd met verschillende bandenspanningen tijdens het uitvoeren van grondbewerkingen. Deze meting is apart geanalyseerd van de veldbewerkingen waar tijdens reguliere werkzaamheden data verzameld is.

3. Resultaten en discussie

3.1 Veldbewerkingen

3.1.1 PPO Vredepeel Fendt 412

De brandstofverbruiksmetingen op PPO proefbedrijf Vredepeel zijn uitgevoerd op een Fendt 412. De trekker is ingezet voor de bewerkingen transport, ploegen, woelen, een combinatie van combinatiewerktuig voor zaaibedbereiding en zaaien en het zaaien van de maïs. De verbruiksmetingen zijn alleen uitgevoerd op een zandgrond. Met de verkregen databestanden is nog niet voldoende data beschikbaar om een differentiatie te maken in brandstofverbruik voor het bodemvochtgehalte en de bodemtoestand. In tabel 1 staan ook weergegeven de verbruiksmetingen voor het transport tijdens de oogst en voor de diverse veldbewerkingen. Bij een aantal bewerkingen is tijdens de verbruiksmetingen de kopakker alleen gebruikt om te keren. In de dataset zijn dan geen verbruiksgegevens bekend over de bewerking op de kopakker.

Het transport "Kipwagen (aardappel transport)" is uitgevoerd op de weg waaronder ook een deel door een woonwijk en op een bedrijventerrein. Bij het transport van suikerbieten (Kipwagen (veld + kavelpad + lossen)) bestonden de activiteiten uit het wachten op de kopakker, het rijdend laden op het 'rechte eind' of laden op de kopakker, het rijden over het veld en/of het kavelpad naar de losplaats en het lossen van de lading. Het lage verbruik in liter per uur wordt onder andere veroorzaakt door de (lange) wachttijden op het kopakker. Tijdens dit wachten wordt de motor van de trekker soms wel en soms niet uit gezet. In beide situaties is het loggen van data doorgegaan. Bij het woelen is een hoger verbruik gemeten dan bij ploegen. Echter de werkbreedte is bij ploegen gemiddeld 1,5 meter en bij woelen bijna 3 meter waardoor het verbruik per hectare bij woelen circa de helft is van dat van ploegen.

Tabel 1. Gemiddeld brandstofverbruik van de trekker Fendt 412 van PPO Vredepeel voor de veldbewerkingen, het oppervlak waarover de brandstofverbruiksmeting is uitgevoerd en het aantal metingen per veldbewerking waarover de berekeningen zijn uitgevoerd.

Machine	Mainland		Headland		Totaal	Rijsnelheid	Bewerkt oppervlak	Aantal
	[L/Hr]	[L/Ha]	[L/Hr]	[L/Ha]				
Front klepelmaaier (Bladrammenas)	15.51	6.36	6.86	19.87		9.04		1
Front klepelmaaier (Japanse haver)	16.65	6.54	5.15	34.15		10.72		1
Kipwagen (aardappel transport)	7.05					11.70		1
Kipwagen (aardappel transport; alleen laden/lossen)	1.10					0.28		1
Kipwagen (veld + kavelpad + lossen)	7.75					5.80		5
Ploeg	18.46	17.22	5.52	30.03	18.95	6.57	4.59	3
Schijvencultivator	16.94	6.72	6.47	12.70	7.15	8.44	6.81	2
Woeler	19.65	8.18	10.24	13.12	8.93	7.80	16.17	5
Zaicombinatie	15.00	8.18	5.61	33.45	11.13	5.89	6.72	3
Zaaimachine maïs	9.40	5.09	7.64	7.11	5.50	4.28	7.69	2

3.1.2 PPO Wijnandsrade Case-IH CVX 1135

De Case-IH CVX 1135 trekker is in de tweede helft van maart 2011 ingezet voor een grondbewerking met een Evers vaste tand cultivator, een combinatie van een voorzetwoeler met kopeg en aanbouw zaaimachine én voor het zaaien van bieten. Vanuit een databestand van het zaaien van bieten is ook data geselecteerd over het brandstofverbruik bij het transport van de combinatie trekker-bietenzaaimachine van het bedrijf naar het perceel. In tabel 2 wordt het brandstofverbruik (in liter per uur en in liter per hectare) van de bewerkingen weergegeven. In augustus 2011 zijn brandstofverbruiksmetingen uitgevoerd tijdens bewerkingen met de combinatie van de voorzetwoeler met kopeg en aanbouw zaaimachine.

In het logprogramma wordt gevraagd naar de grondsoort, het bodemvocht en de bodemtoestand. In Wijnandsrade zijn alleen brandstofmetingen uitgevoerd op de grondsoort Löss. Van de brandstofmetingen is nog niet voldoende data beschikbaar om onderscheid te maken tussen de verschillende situaties van het bodemvocht en de bodemtoestand.

Tabel 2 Brandstofverbruik van de trekker Case-IH CVX 1135 van PPO Wijnandsrade voor de uitgevoerde veldbewerkingen, het oppervlak waarover de brandstofverbruiksmeting is uitgevoerd en het aantal metingen per veldbewerking waarover de berekeningen zijn uitgevoerd.

Machine	Mainland		Headland		Total	Bewerkt oppervlak	Aantal metingen
	L/Hr	L/Ha	L/Hr	L/Ha	L/Ha	[Ha]	[#]
Reis met bietenzaaimachine naar percelen	11.55						1
Woeler	27.84	12.23	9.02	16.05	12.61	22.80	5
Zaaicombinatie	21.80	11.64	8.01	24.46	12.76	19.83	3
Zaaimachine bieten	6.80	2.51	4.55	7.60	3.28	16.92	4

3.1.3 Jakobs Geijsteren Fendt 818

Tijdens de brandstofmeting is de Fendt 818 van Loonbedrijf Firma Jakobs uit Geijsteren alleen ingezet voor het uitvoeren van transportwerkzaamheden bij de oogst van snijmaïs. Er zijn meerdere databestanden aanwezig maar dit betreft data wat is verkregen bij het uitvoeren van grondverzet werkzaamheden. Deze werkzaamheden zijn hier niet uitgewerkt. Bij het hakselen van de maïs bestond het transport uit het laden op het veld, het naar de kuil toerijden en het lossen op of voor de kuil. Van deze metingen kan alleen het verbruik per uur weergegeven worden omdat er naast de Fendt 818 ook nog met ander trekker-silagewagen combinaties op hetzelfde perceel is gereden. Het geogoste oppervlak is per combinatie niet bekend (Tabel 3).

Het brandstofverbruik is op het kopakker iets hoger dan op het 'rechte eind'. Op het kopakker is gemiddeld een kilometer per uur sneller gereden. Dit verschil is zeer gering omdat, wanneer de oogstmachine ergens op het rechte eind op het perceel stond, met de lege wagen op hoge snelheid naar de oogstmachine is gereden. Ook wanneer de wagen halverwege het 'rechte eind' vol was, is ook al snelheid vermeerderd om naar het kopakker te komen. Een andere reden is dat, wanneer het perceel geopend wordt, er bij het oogsten op het kopakker (vrijwel) even snel wordt gereden als op het rechte eind. Door deze acties worden de verschillen in rijsnelheid tussen kopakker en rechte eind genivelleerd.

Tabel 3 Brandstofverbruik van de trekker Fendt 818 van loonbedrijf Jakobs voor de transportwerkzaamheden op het perceel, de weg en tijdens het lossen van het product, de afgelegde weg per transportactiviteit en het aantal metingen waarover de berekeningen zijn uitgevoerd.

	Mainland	Headland	Total	Rijsnelheid	Afgelegde weg	Aantal metingen
	L/Hr	L/Hr	L/Hr	[km/hr]	[km]	[]
Perceel	8.28	8.60	8.50	5.56	105.27	19
Weg			18.60	30.11	524.11	6
Lossen			4.20	1.52	7.91	3

3.1.4 Jakobs Geijsteren Vervaet Hydro Trike (zelfrijdende bemester)

Door loonbedrijf Jakobs uit Geijsteren zijn brandstofverbruiksmetingen gedaan met een Vervaet hydro trike. De Vervaet is ingezet voor het bemesten van bouwland met een 5.6 meter brede bemester. Voor grasland is gebruikt gemaakt van een 8.4 meter brede zodenbemester. Uit de door Jakobs aangeleverde bestanden zijn 24 datasets geselecteerd voor de bouwlandbemester, 97 datasets voor de graslandbemester (Tabel 4). Uit de analyse van de datasets blijkt dat het mest uitrijden met de grasland bemester zowel op het rechte eind als op het kopakker een hoger verbruik heeft per uur heeft dan mest uitrijden met de bouwland bemester. Maar omdat de grasland bemester een grotere werkbreedte heeft is het verbruik per hectare van de grasland bemester lager dan de bouwland bemester. Uit het totaal aantal liters per hectare blijkt dat de bouwlandbemester circa 75% meer brandstof verbruikt bij 2/3 van de werkbreedte van de graslandbemester. Bij het rijden over de weg met de bemester, bijvoorbeeld van het loonwerkersbedrijf naar het perceel, wordt 20 tot 25 liter brandstof per uur verbruikt.

Tabel 4 Brandstofverbruiksmetingen van een Vervaet Hydro Trike met een bouwlandbemester (werkbreedte 5,6 m) en een graslandbemester (werkbreedte 8,4 m), het oppervlak waarover de brandstofverbruiksmeting is uitgevoerd en het aantal metingen per veldbewerking waarover de berekeningen zijn uitgevoerd.

Veldbewerking	Mainland		Headland		Total	Bewerkt oppervlak	Aantal metingen	rijsnelheid
	L/Hr	L/Ha	L/Hr	L/Ha	L/Ha	Ha	[]	Km/hr
Bouwland bemester (5.6 m)	28.06	9.76	16.41	36.85	13.16	61.69	24	8.02
Grasland bemester (8.4 m)	30.38	4.37	19.50	18.80	7.57	246.83	97	11.45
Reis bedrijf - perceel	21.49						14	22.9
Transport incl laden	12.52						9	8.64

3.2 Object bandenspanningen

FileName	Object
Object A Hoge spanning - 420 kg gewicht).dat	A
Object B Hoge spanning - 1050 kg gewicht).dat	B
Object C Lage spanning - 1050 kg gewicht).dat	C
Object D Lage spanning - 420 kg gewicht)-2.dat	D

Object	Average [km/hr]	AverageFuel [L/Hr]	Fuel [L]	Fuel [L/Ha]	Distance [m]	Working width [m]
A	7.38	23.14	2.23	8.82	743.84	3.40
B	7.79	24.03	2.26	8.75	760.24	3.40
C	7.59	23.76	2.42	8.98	793.35	3.40
D	7.56	23.22	1.68	8.81	562.40	3.40

Object	Area [Ha]	Time [sec]	Capacity [Ha/Hr]	Tractor	Machine	Grondsoort	Perceelsnaam
A	0.25	347.00	2.62	Fendt412	Evers Forest	Zand	49 - hoog laag
B	0.26	339.00	2.74	Fendt412	Evers Forest	Zand	49 - hoog hoog
C	0.27	367.00	2.65	Fendt412	Evers Forest	Zand	49 - zwaar gewicht, lage spanning
D	0.19	261.00	2.64	Fendt412	Evers Forest	Zand	49 - lage spanning, licht gewicht

Bijlage I.

Overzicht bron logfiles Energieboerderij

PPO Vredepeel

2011-03-28-13-34-36-GPS-FuelLog(woelen)-1.dat
 2011-03-28-13-34-36-GPS-FuelLog(woelen)-2.dat
 2011-03-31-08-36-37-GPS-FuelLog(ploegen)-1.dat
 2011-03-31-15-47-20-GPS-FuelLog(ploegen)-1.dat
 2011-04-01-12-44-05-GPS-FuelLog(ploegen)-1.dat
 2011-04-04-09-15-57-GPS-FuelLog(woelen)-1.dat
 2011-04-09-10-22-09-GPS-FuelLog(zaaiengraan)-1.dat
 2011-05-03-10-39-43-GPS-FuelLog(maiszaaien)-1.dat
 2011-05-03-19-29-39-GPS-FuelLog(maiszaaien)-1.dat
 2011-05-05-11-42-11-GPS-FuelLog(zaaienErwtten)-1.dat
 2011-05-10-10-57-49-GPS-FuelLog(zaaien Amazone).dat
 2011-10-19-11-25-05-GPS-FuelLog (transport) Perceel A totaal.dat
 2011-10-19-14-44-39-GPS-FuelLog (transport) Perceel B veld + kavelpad + lossen.dat
 2011-10-25-08-55-34-GPS-FuelLog(grondbewerking zaaien groenbemester) A.dat
 2011-10-25-08-55-34-GPS-FuelLog(grondbewerking zaaien groenbemester) B (stroken).dat
 2011-10-28-08-19-22-GPS-FuelLog(transportbieten) Perceel A totaal.dat
 2011-10-28-08-19-22-GPS-FuelLog(transportbieten) Perceel B veld + kavelpad + lossen.dat
 2011-10-28-08-19-22-GPS-FuelLog(transportbieten) Perceel C op het veld + lossen.dat
 2011-11-08-15-05-14-GPS-FuelLog(woelen Evers Forest).dat
 2011-11-11-15-30-03-GPS-FuelLog(woelen Evers Forest).dat
 2011-12-12-15-37-27-GPS-FuelLog(Sicma klepelmaaier Bladrammenas).dat
 2011-12-12-14-52-58-GPS-FuelLog(Sicma klepelmaaier Japanse haver).dat
 2011-12-14-12-35-35-GPS-FuelLog(transport aardappelen Venray).dat
 2011-12-14-12-35-35-GPS-FuelLog(transport aardappelen Venray) Laden of lossen.dat

PPO Wijnandsrade

2011-03-21+22-GPS-FuelLog samengevoegd.dat
 2011-03-23-13-40-55-GPS-FuelLog Perceel 04.dat
 2011-03-23-13-40-55-GPS-FuelLog Perceel 14.dat
 2011-03-24-11-21-32-GPS-FuelLog Perceel 09.dat
 2011-03-24-11-21-32-GPS-FuelLog Perceel 11.dat
 2011-08-24-09-18-02-GPS-FuelLog Perceel 05.dat
 2011-08-24-15-23-48-GPS-FuelLog Perceel 06.dat
 2011-03-23-13-40-55-GPS-FuelLog Reis met bietenzaaimachine naar Perceel 04 en 14.dat
 2011-11-17-09-42-15-GPS-FuelLog (Woelen Evers perceel 5) Perceel.dat
 2011-11-18-09-30-37-GPS-FuelLog (Woelen Evers perceel 5) Perceel.dat
 2011-11-18-13-06-12-GPS-FuelLog (Woelen Evers perceel 8) Perceel.dat
 2011-11-19-08-55-41-GPS-FuelLog (Woelen Evers perceel 8) Perceel.dat

Loonbedrijf Jakobs bemesten

2011-04-15-06-43-13-GPS-FuelLog Perceel A.dat
 2011-04-15-06-43-13-GPS-FuelLog Perceel B.dat
 2011-04-15-06-43-13-GPS-FuelLog Perceel C.dat
 2011-04-19-06-00-50-GPS-FuelLog Perceel A.dat
 2011-04-19-06-00-50-GPS-FuelLog Perceel B.dat

2011-04-19-13-38-27-GPS-FuelLog Perceel A vervolg van ochtend.dat
2011-04-18-05-53-20-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-18-05-53-20-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-18-05-53-20-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-04-18-05-53-20-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-04-18-05-53-20-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-04-19-09-10-32-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-19-09-10-32-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-19-09-10-32-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-04-21-06-31-31-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-21-06-31-31-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-21-16-56-34-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-22-06-32-21-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-22-06-32-21-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-22-06-32-21-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-04-26-06-28-36-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-26-06-28-36-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-21-13-35-33-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-03-12-04-38-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-19-15-20-33-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-19-15-20-33-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-19-15-20-33-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-04-29-08-02-03-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-29-08-02-03-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-29-08-02-03-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-19-07-54-57-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-26-09-06-07-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-26-09-06-07-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-26-09-06-07-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-25-08-24-19-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-08-07-57-47-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-08-07-57-47-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-06-15-08-02-36-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-09-06-10-35-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-09-06-10-35-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-11-13-29-36-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-16-09-41-55-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-16-09-41-55-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-10-07-54-23-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-10-07-54-23-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-10-07-54-23-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-10-07-54-23-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-05-10-07-54-23-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-06-14-13-00-18-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-14-13-00-18-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-06-14-13-00-18-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-24-08-Samengevoegd GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-04-05-55-43-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-04-08-26-53-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-04-08-26-53-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-04-08-26-53-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-04-08-26-53-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-05-04-08-26-53-GPS-FuelLog Perceel E.dat

2011-05-03-07-02-18-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-03-07-02-18-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-03-07-02-18-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-03-07-02-18-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-04-27-06-29-26-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-27-06-29-26-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-27-06-29-26-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-04-28-08-09-44-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-04-28-08-09-44-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-04-28-08-09-44-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-05-05-57-46-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-05-05-57-46-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-05-05-57-46-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-05-05-57-46-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-05-05-05-57-46-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-05-06-06-57-44-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-06-06-57-44-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-06-06-57-44-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-09-09-50-31-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-09-09-50-31-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-09-09-50-31-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-10-10-57-11-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-10-10-57-11-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-11-07-59-35-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-25-13-09-35-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-27-08-07-49-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-05-27-08-07-49-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-27-08-07-49-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-27-08-07-49-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-05-31-08-00-04-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-06-08-05-29-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-06-08-05-29-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-06-06-08-05-29-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-06-06-08-05-29-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-06-06-08-05-29-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-06-07-06-55-38-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-07-06-55-38-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-06-07-06-55-38-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-06-07-06-55-38-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-06-07-06-55-38-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-06-07-06-55-38-GPS-FuelLog Perceel F.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel A1.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel A2.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel F.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel G.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel H.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel I.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel J.dat
2011-06-08-10-06-52-GPS-FuelLog Perceel K.dat

2011-06-09-08-04-50-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-10-10-21-02-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-15-09-54-15-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-06-15-09-54-15-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-13-08-03-33-GPS-FuelLog Perceel A1.dat
2011-05-13-08-03-33-GPS-FuelLog Perceel A2.dat
2011-05-13-08-03-33-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-05-13-08-03-33-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-05-13-08-03-33-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-05-13-08-03-33-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-04-19-15-20-33-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar percelen.dat
2011-04-21-16-56-34-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-04-21-16-56-34-GPS-FuelLog Transport incl laden Perceel A.dat
2011-04-26-06-28-36-GPS-FuelLog Transport incl laden voor Perceel A B.dat
2011-04-27-06-29-26-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar percelen.dat
2011-04-29-08-02-03-GPS-FuelLog Transport incl laden voor perceel A B C.dat
2011-05-03-07-02-18-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-04-05-55-43-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-04-05-55-43-GPS-FuelLog Transport incl laden.dat
2011-05-04-08-26-53-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-05-05-57-46-GPS-FuelLog Transport Perceel A C D.dat
2011-05-06-06-57-44-GPS-FuelLog Transport Perceel A en B.dat
2011-05-06-06-57-44-GPS-FuelLog Transport Perceel C.dat
2011-05-09-06-10-35-GPS-FuelLog Transport incl laden.dat
2011-05-09-09-50-31-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar percelen.dat
2011-05-10-07-54-23-GPS-FuelLog Transport incl laden A.dat
2011-05-10-07-54-23-GPS-FuelLog Transport incl laden B.dat
2011-05-11-07-59-35-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-11-07-59-35-GPS-FuelLog Transport incl laden.dat
2011-05-11-13-29-36-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-11-13-29-36-GPS-FuelLog Transport incl laden.dat
2011-05-13-08-03-33-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar percelen.dat
2011-05-19-07-54-57-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-19-07-54-57-GPS-FuelLog Transport incl laden.dat
2011-05-24-08-Samengevoegd GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-25-08-24-19-GPS-FuelLog Transport incl laden.dat
2011-05-25-13-09-35-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar percelen.dat
2011-05-25-13-09-35-GPS-FuelLog Transport incl laden Perceel A.dat
2011-05-25-13-09-35-GPS-FuelLog Transport incl laden Perceel B.dat
2011-05-26-09-06-07-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-05-31-08-00-04-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar percelen.dat
2011-06-06-08-05-29-GPS-FuelLog Transport incl laden A.dat
2011-06-06-08-05-29-GPS-FuelLog Transport incl laden B.dat
2011-06-07-06-55-38-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar percelen.dat
2011-06-09-08-04-50-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-06-15-08-02-36-GPS-FuelLog Reis vanaf bedrijf naar perceel.dat
2011-06-15-08-02-36-GPS-FuelLog Transport incl laden.dat

Loonbedrijf Jakobs transport maishakselen

2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Inkuilen 1.dat
2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Inkuilen 2.dat
2011-10-07-06-04-39-GPS-FuelLog Inkuilen.dat
2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Perceel A1.dat

2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Perceel A2.dat
2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-10-05-06-05-26-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-10-05-06-05-26-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-10-05-06-05-26-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-10-05-06-05-26-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-10-05-06-05-26-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Perceel C1.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Perceel C2.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Perceel E.dat
2011-10-07-06-04-39-GPS-FuelLog Perceel A.dat
2011-10-07-06-04-39-GPS-FuelLog Perceel B.dat
2011-10-07-06-04-39-GPS-FuelLog Perceel C.dat
2011-10-07-06-04-39-GPS-FuelLog Perceel D.dat
2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Transport tussen kuil en Perceel A en B.dat
2011-10-04-14-06-22-GPS-FuelLog Transport tussen kuil en Perceel C.dat
2011-10-05-06-05-26-GPS-FuelLog Transport over de weg van de hele dag.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Transport 1.dat
2011-10-06-07-12-32-GPS-FuelLog Transport 2.dat
2011-10-07-06-04-39-GPS-FuelLog Transport over de weg van de hele dag.dat