

Animal Sciences Group

Divisie Veehouderij, kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 101

Afneemapparatuur: Meten is weten

Februari 2008



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

A method (and device) has been developed for characterizing the cluster removal settings. This check could be included in the check procedures after installation, during maintenance and in troubleshooting.

Keywords

Cluster removal, mastitis, milk installation, parlor, milk production measurement

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

Neijenhuis, F.
Hogewerf, P.
Schuiling, E.
Houwers, W.
Ipema, B.

Titel: Tafneemapparatuur: Meten is weten
Rapport 101

Samenvatting

Er is een methode (apparaat) ontwikkeld waarmee de instelling van het afnameniveau van een melkstel onderzocht kan worden. De controle zou een onderdeel kunnen gaan vormen van de controles na installatie, bij onderhoud en bij problemen.

Trefwoorden

Afnemen, afname, melkstel, mastitis, melkinstallatie, melkstal, melkmeting



Rapport 101

Afneemapparatuur: Meten is weten

Cluster removal equipment (ACRs): to measure is to know

Neijenhuis, F.

Hogewerf, P.

Schuiling, E.

Houwers, W.

Ipema, B.

Februari 2008

Voorwoord

Een goede uiergezondheid is een belangrijke randvoorwaarde voor de moderne melkveehouderij. Dit is niet alleen vanuit economische perspectieven belangrijk, maar ook vanuit het oogpunt van dierwelzijn. Koeien worden vandaag de dag vooral met een melkmachine gemolken. In de begintijd van machinaal melken werd het gezegde "de laatste drop is de boterknop" veel gebruikt. Dieren volledig uitmelken was de boodschap. Sinds de jaren zestig van de vorige eeuw is er veel veranderd. De doorloopmelkstallen hebben hun intrede gedaan en automatische afneemapparatuur is nu op de meeste melkveebedrijven ingeburgerd.

Goed functionerende afneemapparatuur zorgt ervoor dat het melkstel op het juiste moment wordt afgenomen, zodat er geen risico's optreden als blindmelken of onvolledig uitmelken. Dat blijkt echter eenvoudiger gezegd dan gedaan. Met name het controleren van de juiste afstelling van afneemapparatuur is lastig door het ontbreken van goede testapparatuur.

Het ontbreken van dergelijke hulpmiddelen om de afstelling van afneemapparatuur goed te kunnen controleren, ziet de onderzoekscommissie van het Uiergezondheidcentrum Nederland als een risicofactor voor uiergezondheid. Dit was aanleiding voor ASG Veehouderij van Wageningen UR een projectvoorstel te schrijven over de ontwikkeling van een tool om de afstelling van afneemapparatuur te controleren.

Dit project is mogelijk gemaakt door een financiële bijdrage vanuit het UGCN-meerjarenplan Uiergezondheid, een gezamenlijk initiatief van LTO Rundveehouderij en de Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO).

Ik wil de projectteamleden bedanken, maar vooral ook de veehouders die hebben meegewerkt aan de veldmetingen. Ik hoop dat dit project bijdraagt tot een verbeterde afstelling van melkinstallaties en een verbetering van de uiergezondheid in Nederland.

Kees de Koning
ASG Veehouderij

Samenvatting

Mastitispreventie en een efficiënt gebruik van de melkinstallatie vormen een belangrijk aandachtspunt op melkveehouderijbedrijven. Beide aspecten kunnen negatief beïnvloed worden door een onjuiste afstelling of slecht functioneren van de automatische afneemapparatuur voor het melkstel. Gedurende het preventief onderhoud, wat men rapporteert in de meet- en adviesrapportages, worden de instelling en het functioneren van de afneemapparatuur niet gecontroleerd. Alleen op aanwijzing van de veehouder wordt er eventueel een reparatie uitgevoerd. Uit onderzoek is naar voren gekomen dat melkstellen vaak op een onjuist moment, over het algemeen te laat, worden afgenomen.

Er is een methode (en apparaat) ontwikkeld en getest, die een onderdeel kan gaan vormen van de metingen voor preventief onderhoud, wat wordt vermeld op het meet- en adviesrapport. Hiermee kan men de afnameniveaus controleren. Het ontwikkelde apparaat kan verschillende vloeistofstromen simuleren zoals die aan het eind van een melking optreden. De methode heeft een hoge reproduceerbaarheid en wordt niet beïnvloed door externe factoren zoals bijvoorbeeld vacuümniveau.

Met de methode kunnen de afname-instellingen door middel van één meting per melkstel ingedeeld worden in drie categorieën: juist afgesteld, niet juist afgesteld maar nog geen aanleiding voor afkeuren en onjuist afgesteld.

In een evaluatie van verschillende melkinstallaties onder praktische omstandigheden is onderzocht welke simulatie karakteristieken een goed beeld geven van de afname-instellingen van een melkstel / melkstal. Daarbij is een compromis gesloten tussen de duur van de meting en de nauwkeurigheid van het vaststellen van het afnameniveau. De ontwikkelde methode kan (eventueel met een aantal kleine aanpassingen, zoals toevoegen van een vacuümsensor en het toepassen van een pomp met een hogere maximale vloeistofstroom) in de praktijk worden toegepast.

Automatische afname kunnen we het best initiëren door een speciaal daarvoor bestemde sensor. Dit omdat melkmeters vooral ontwikkeld zijn om de melkhoeveelheid juist weer te geven en voor de melkstroom meting te traag en (bij lage melkstromen) te onnauwkeurig zijn. Met name melkmeters met een (grote) melkbuffer zijn traag en minder nauwkeurig dan specifieke afneemsensoren. De vertraging leidt er vaak toe dat het afnemen plaatsvindt op een moment waarop de melkstroom al enige tijd ver onder het ingestelde niveau zit.

Voor de praktijk is het advies om de afname te testen na installatie, elke 2 jaar bij het preventieve onderhoud, en bij gesignaleerde problemen.

Summary

Mastitis prevention and efficient use of the milking parlor are important aspects for dairy farms. Both aspects can be negatively influenced by wrong settings or incorrect functioning of the automatic cluster removal devices (ACR). During servicing and checks around the measurement and advice reporting routine the settings of the cluster removal are not evaluated. Research has shown that in many cases cluster removal takes place on the wrong moment (in general too late).

A method (and device) has been developed and tested, that could be used as a part of measurements performed around the measurement and advice reporting. With this method the cluster removal settings can be evaluated. The device can simulate different flow patterns as occurring at the end of a milking. The method reproduces always the same flow patterns and is not influenced by the vacuum level.

One measurement categorizes the cluster removal settings in: accurate, within tolerances and out of specifications.

An evaluation of some milk installations in the field focused on suitable simulation characteristics to characterize the cluster removal settings of a cluster or milking parlor. A time efficient compromise was found to accurately measure the cluster removal level. The method is suitable to be used on a practical level (adding a vacuum sensor and using a pump with a higher maximum flow rate might be considerate).

Cluster removal should be initiated by a dedicated sensor because milk meters are designed to do a correct measurement of the amount of milk and are slow and inaccurate for (low) milk flow measurements. Specially milk meters with a (large) buffer are slow and inaccurate cluster removal indicators. The delay results in actual cluster removal at a moment far beyond the moment the cluster removal level has been reached.

Advice to farmers and technicians is to test detachment levels after installation, every 2 years during servicing, and when problems are observed.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Theorie	3
2.1	Melkafgifte en afname	3
2.2	Typen afneemapparatuur	4
2.3	Melkmeters	5
2.4	Melkstroomsensor	8
2.5	Melkstroomindicator.....	9
2.6	Eisen aan meetmethodiek ter controle van afnamemoment.....	10
2.7	Internationale methodiek controle afneemapparatuur.....	11
3	Materiaal en Methoden	13
3.1	Meetapparatuur	13
3.2	Werkwijze.....	14
3.3	Kalibratie en controle van de apparatuur	14
3.4	Metingen.....	15
4	Resultaten en Discussie	18
4.1	Metingen op melkwinningstestfaciliteit	18
4.2	Metingen in de praktijk	21
4.3	Variatiebronnen.....	33
4.4	Algemene discussie over de uitgevoerde metingen	34
5	Conclusies.....	37
	Bijlage 1 Metingen instellingen	40
	Literatuur.....	42

1 Inleiding

Afneemapparatuur

Het op het juiste moment afnemen van het melkstel na het melken beschouwt men over het algemeen als een belangrijk punt bij het gebruik van de melkmachine. Geschat wordt dat in Nederland inmiddels meer dan 70% van de bedrijven gebruik maakt van afneemapparatuur. Het afnamemoment per melkstel wordt niet gecontroleerd tijdens de jaarlijkse droge meting (Meet- en Adviesrapport). Bij de incidentele natte of dynamische meting let men wel op de afnamegrens op basis van de eventueel weergegeven melksnelheid of op het oog.

Een juiste afnamegrens ligt tussen de 200 en 400 gram per minuut, afhankelijk van de melkfrequentie (Rasmussen, 1999). Frans onderzoek gaf zelfs aan dat bij afname met een daadwerkelijke melksnelheid van 800 gram per minuut er op de langere termijn geen negatieve gevolgen zijn voor de melkproductie en uiergezondheid (Billon et al., 2007ab). Onderzoek naar de reactie op het gebruik van automatische afneemapparatuur of de ingestelde grenzen van automatische afneemapparatuur, geven vaak alleen de gebruikte instellingen van de afneemapparatuur weer en niet de daadwerkelijk afnamegrens. Uit laboratoriumtesten van een aantal jaren geleden is gebleken dat veel afneemapparatuur niet op het ingestelde moment afneemt (bijvoorbeeld bij een melkstroom van 200 ml/minuut). Hierdoor werd het melkstel te vroeg of te laat afgenomen (Schuiling & Holtkuile, 1993ab, Bos et al, 2002). In een test waarin koeien werden gemolken en de standaardafname met instelling 200 ml/min. is vervangen door een daadwerkelijke afname bij 200 ml/min., gaf een gemiddelde tijdswinst per koemelking van ruim een minuut (Bos et al., 2002). De oorzaken daarvan zijn divers (technisch ontwerp, melkmeter als sensor, afstelling, variatie in geleidbaarheid melk, maar ook variatie in melkstroomprofielen aan het eind van het melken).

De veehouder gaat ervan uit dat de afneemapparatuur afneemt op het ingestelde en dus juiste moment. Monteurs hebben geen mogelijkheden om de ingestelde afnamegrenzen werkelijk te meten. Er is geen ISO-standaard beschikbaar voor het vaststellen van het werkelijke afnamemoment, zoals we dat kennen voor reservecapaciteit of pulsatiecurve. Monteurs controleren de door de International Committee for Animal Recording (ICAR) goedgekeurde melkmeters die worden gebruikt voor de melkcontrole wel op een juiste weergave van de hoeveelheid melk. Bij de ICAR-testen in Nederland van de hoeveelheid melk voldeed in 2003 bijna 17% van de bedrijven en 4% van de gecontroleerde melkmeters niet aan de eisen (Huijsmans, 2004).

Het te laat afnemen van het melkstel veroorzaakt blindmelken. Dit is negatief voor de speenconditie (speenpuntverechting, puntbloedinkjes, ringen), maar ook voor de capaciteit van de melkstal (langere melktijden, lagere arbeidsprestatie; Hillerton et al., 1998, 1999). Het slotgat is de eerste lijnafweer tegen binnendringende mastitisveroorzakende bacteriën. Vooral tijdens blindmelken kunnen onregelmatige vacuümvariaties zorgen voor een verminderde uiergezondheid en langer dan een minuut blindmelken veroorzaakt sub-klinische mastitis (Osteras & Lund, 1988).

Naast een onjuiste afstelling van afneemapparatuur in een melkput kunnen ook verschillen tussen de standen zorgen voor problemen. Als de ene stand afneemt op 400 gram per minuut en de andere op 100 gram per minuut kan het gebeuren dat er een wisselende hoeveelheid restmelk in het uier achterblijft. Wat negatieve gevolgen voor de koe zou kunnen hebben.

Een complicerende factor bij het vaststellen van de werking van afneemapparatuur is het effect van het melkstroomprofiel (hoe de koe de melk afgeeft). Hierdoor zal de tijdswinst en de bijbehorende verminderde speenpuntbelasting bij een goede afstelling verschillend zijn tussen koeien. Op basis van door Praktijkonderzoek uitgevoerd onderzoek lijkt een gemiddelde tijdswinst van 10-15% per melking haalbaar.

Ook internationaal wordt het ontbreken van een meetmethodiek, als een knelpunt ervaren. Binnen de IDF Standing Committee Farm Management is een actieteam belast met dit onderwerp, maar door geld- en tijdgebrek zijn bij dit team nog geen vorderingen gemaakt. Ook een werkgroep van de National Mastitis Council heeft dit punt aangekaart. De heersende opvatting in die kringen is dat blindmelken van maximaal 2 minuten geen sterke negatieve invloed heeft op de uiergezondheid mits de melkwinningsapparatuur juist staat afgesteld. Wanneer echter RPG's voor komen (reverse pressure gradient) zal dit vooral gebeuren tijdens blindmelken. Van RPG's is bekend dat deze de uiergezondheid nadelig kunnen beïnvloeden (Rasmussen, 1999). Dit geldt ook in combinatie met een niet goed werkende pulsator, waardoor de kans op nieuwe infecties toeneemt bij het blindmelken (Mein et al., 1986). Rasmussen (2004) heeft aangetoond dat blindmelken de speenconditie aantast. Het goed afstellen van afneemapparatuur zien we over het algemeen als een voorwaarde voor vlot, efficiënt en volledig melken, met behoud van een goede uiergezondheid.

Belang voor het verbeteren van de uiergezondheid

Uit de literatuur is bekend dat zowel onvolledig uitmelken als excessief blindmelken bij kunnen dragen tot een verhoogde mastitisincidentie. Het op het juiste moment afnemen van het melkstel voorkomt zowel blindmelken als onvolledig melken. De schatting is dat in Nederland meer dan 70% van de bedrijven gebruik maakt van afneemapparatuur. Hoewel harde praktijkdata ontbreken, kunnen we op basis van eerder onderzoek concluderen dat driekwart van de apparatuur niet afneemt zoals verwacht mag worden. De oorzaak ligt met name in het ontbreken van een goede tool om de afstelling te kunnen toetsen.

Een goede afstelling leidt tot sneller melken met minder belasting van de spenen. Een gemiddelde tijdswinst van 10-15% en dus ook dito verminderde speenpuntbelasting lijkt realiseerbaar, met name bij bedrijven waarvan de afneemapparatuur niet goed is afgesteld. Maar een goede afstelling betekent ook goed uitmelken, eveneens erg belangrijk bij mastitispreventie. De effecten op de uiergezondheid zullen vooral groot zijn bij bedrijven die sub-optimaal afgestelde afneemapparatuur gebruiken.

Doel

Het doel van dit project is om de mastitisincidentie te verlagen door een verbeterde afstelling van afneemapparatuur in de praktijk. Hierdoor wil men het op een onjuist tijdstip afnemen voorkomen. Om dit te bereiken wordt een uniforme merkonafhankelijke methodiek ontwikkeld om de afstelling van afneemapparatuur te kunnen toetsen en indien nodig beter af te kunnen stellen. Zowel voorlichters als monteurs kunnen dan een merkonafhankelijke methodiek toepassen.

Er is gekozen voor de ontwikkeling van een meetmethodiek van afnamegrenzen die gedurende een droge meting van de melkmachine wordt uitgevoerd. Deze methodiek kan meelopen in het jaarlijks preventief doormeten en onderhoud van de melkmachine (Meet- en Adviesrapport). Hiermee wordt de invloed van de bestaande verschillen in melkafgiftepatroon van koeien buiten beschouwing gelaten.

De in dit project ontwikkelde methodiek kan men vervolgens inzetten in de praktijk, als onderdeel van het Kwaliteitssysteem voor Melkinstallaties van de Stichting KOM. De Stichting KOM heeft 100% dekking voor het onderhoud van melkinstallaties in Nederland.

2 Theorie

2.1 Melkafgifte en afname

Het juiste moment voor het van afnemen van het melkstel is als de melkstroom onder de 200-600 ml per minuut komt. Wat de beoogde grens ook is, de automatische afneemapparatuur moet dit goed vaststellen. Een probleem hierbij is dat de koe niet altijd een gelijkmatige melkstroom produceert, dat de opstarttijd van de melkstroom na onderhangen van het melkstel verschillend is en dat het einde van het melken niet abrupt is.

Aan het begin van het melken komt het voor dat de melkstroom na het vrijkomen van de cisternale melk stopt voordat de alveolaire melk op gang komt. Dit noemen we bimodale melkflow en wordt veroorzaakt doordat de koe onvoldoende is voorbereid op het melken; de oxytocine heeft de melkblaasjes nog niet bereikt als het melkstel wordt onder gehangen. Hierdoor kan de automatische afname worden geactiveerd gedurende de eerste minuten van het melken. Om dit te voorkomen houdt men na het onderhangen van het melkstel een *overbruggingstijd* aan bij automatische afneemapparatuur van vaak 2 minuten. Gedurende die eerste 2 minuten is de afname dan niet geactiveerd.

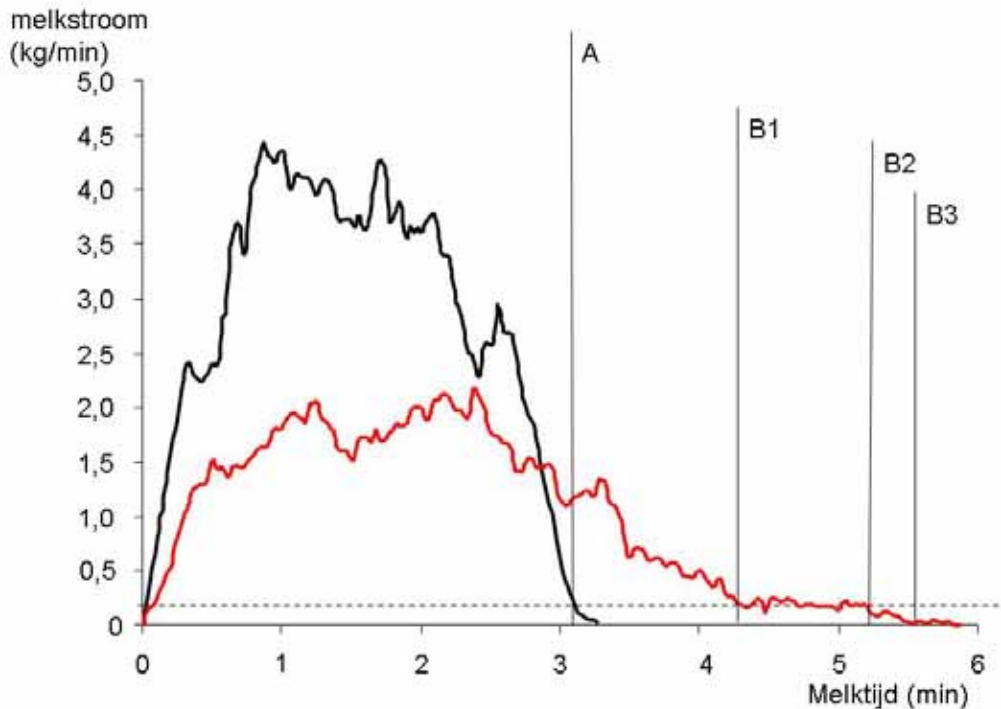
Naast het afnamemoment is ook de wijze van afname van belang. Het melkstel moet niet meer onder vacuüm staan tijdens de afname. Voordat de afname wordt geactiveerd, moet de toevoer van het vacuüm worden afgesloten. Als dit niet gebeurt, kunnen door drukverschillen boven en onder de speen lucht en/of melkdeeltjes, met eventuele bacteriën, de speen inschieten. Hierdoor neemt de kans op uierontsteking toe.

Aan het einde van het melken gaan sommige koeien niet van een hoge melkstroom in korte tijd naar een melkstroom onder de afnamegrens doordat ze niet vierkant uitmelken of een steeds wisselende melkstroom vertonen. Oorzaken hiervan zijn een onvoldoende voorbereiding op het melken of een achterblijvend kwartier door gezondheidsproblemen. Ook onrustige koeien kunnen door bewegen zorgen voor een niet continue melkstroom in de klauw en lange melkslang naar de melkmeetapparatuur toe. Of de opvoerhoogte waar de melk mee te maken heeft, zorgt voor kolomvorming in de lange melkslang naar de meter toe.

In figuur 1 staat een redelijk ideaal melkstroomprofiel met een maximum melkstroom van ruim 4 kg per minuut. Het is vrij eenvoudig in dit profiel het punt (A) te vinden waarop de melkstroom onder de 200 gram per minuut komt en het melkstel moet worden afgenomen.

In het andere melkstroomprofiel wordt de laatste melk niet gelijkmatig afgegeven en bereikt niet gelijkmatig de meter. Hierbij is diezelfde afnamegrens moeilijk vast te stellen. Als het melkstel niet direct wordt afgenomen bij de eerste keer dat de melkstroom onder de afnamegrens komt (punt B1), maar pas wanneer de melkstroom onder de 200 ml/min. blijft (punt B2), scheelt dit 1 minuut melktijd. In die laatste minuut is maar 200 ml melk afgegeven.

Figuur 1 Melkstroombrofiel (zwart) waarbij de afnamegrens gesteld op 200 gram/ minuut goed is vast te stellen en een melkstroombrofiel (rood) waarbij de afnamegrens lastig is vast te stellen



Om de onregelmatigheden in de melkstroombrofiel te negeren kiest men bij automatische afneemapparatuur vaak voor het gebruik van een *vertragingstijd*. Dit is een vaste tijd waarbij het afnemen, na het bereiken van de afnamegrens, niet wordt geactiveerd. Wanneer gedurende de vertragingstijd de melkstroombrofiel weer boven de afnamegrens komt, gaat het melken gewoon door. Deze vertragingstijd kan eenmalig zijn of herhaald worden. Bij herhaling wordt deze opnieuw gestart als de melkstroombrofiel weer onder de afnamegrens komt. Dit proces herhaalt zich net zolang totdat de melkstroombrofiel gedurende de vertragingstijd onder de afnamegrens blijft en het afnemen wordt geactiveerd. Bij figuur 1 betekent een vertragingstijd van 20 seconden dat het melkstel 1 min. en 20 seconden na punt B1 wordt afgenomen (punt B3). Gedurende die tijd is 200 ml melk afgegeven.

Een melkmeter of een sensor aan het einde van de lange melkslang meet het melkstroombrofniveau. Omdat het meetproces aan het eind van de lange melkslang plaatsvindt, is de gemeten melkstroombrofniveau altijd enigszins vertraagd ten opzichte van de afgifte van de melk uit het uier. Deze vertraging is gering (circa 1 seconde) en is verwaarloosbaar ten opzichte van de vertraging die door de meetmethode ontstaat. Bij langere melkslangen en zeker bij bochten en opvoerhoogte is kans op kolomvorming waardoor de melkstroombrofniveau minder stabiel wordt.

2.2 Typen afneemapparatuur

Een aparte melkstroombrofniveauindicator, sensor of een melkmeter met continu of discontinu melkmeting stuurt het automatisch afnemen van een melkstel aan.

Bij een melkstroombrofniveauindicator stroomt de melk door een sensor (bijvoorbeeld een vlotter, een infrarood sensor of geleidbaarheid sensor) waarmee bepaald kan worden of de melkstroombrofniveau zich onder een ingesteld niveau bevindt. Als de melkstroombrofniveau onder het afnameniveau komt, detecteert de afneemsensor dit.

Een melkmeter met continu melkmeting gebruikt ook een sensorsysteem waarmee continu de hoeveelheid melk, die sinds de start van de melkbeurt is geproduceerd, wordt geregistreerd. Of de afnamegrens is bereikt, wordt berekend uit de gemeten hoeveelheid melk. De melkstroombrofniveau wordt hierbij berekend over een bepaald meetinterval. De lengte van het meetinterval bepaalt de stabiliteit van het meetsignaal. Bij een meetinterval van bijvoorbeeld 12 seconden is de weergegeven melkstroombrofniveau steeds de melkstroombrofniveau die berekend is over de voorgaande periode van 12 seconden. Hierdoor ontstaat een vertraging in het meetsignaal van 0,5 x de tijd waarover de melkstroombrofniveau berekend wordt (in het geval van het voorbeeld is dit 6 seconden).

Een melkmeter met een discontinu meettechniek werkt met een meetkamer. Met het sensorsysteem kan men tijdens het melken een vaste hoeveelheid melk detecteren (bijvoorbeeld 200 gram) die in een meetkamer wordt opgevangen. De meetkamer werkt met elektroden of een vlotter die een contact activeert. Bij het optreden van het detectiesignaal wordt de geproduceerde hoeveelheid melk verhoogd met de inhoud van de meetkamer en kan de melkstroom berekend worden. De melkstroom kan bij deze methode alleen bepaald worden op de momenten waarop de meetkamer vol is. Het gevolg van deze meetmethode is dat er een behoorlijke spreiding in het afnametijdstip kan optreden door het moment waarop de melkstroom onder het afnameniveau komt ten opzichte van de vulling van de meetkamer.

Al deze methoden van afname kunnen werken met de overbruggingstijd en vertragingstijd.

2.3 Melkmeters

Melkmeters hebben als hoofddoel de totale melkgift per melking te meten. Melkmeters kunnen een goedkeuring krijgen van het Internationaal Comité Animal Recording (ICAR). In deze testen wordt de juistheid van de melkmeting (kg) nagegaan. Het testen richt zich niet op het juist meten van de accurate melkstroom (kg/min.), maar op de totale geregistreerde hoeveelheid melk (kg). Indien deze door ICAR-goedgekeurde melkmeters op het melkveebedrijf worden gebruikt voor de melkproductiecontrole, moeten deze door Stichting Kwaliteitszorg Onderhoud Melkinstallaties (Stichting KOM), na de eerste installatietest, eenmaal per jaar worden getest. Tijdens deze periodieke controle wordt de meetapparatuur gecontroleerd op werking en accurate productieweergave. Bij melkmeters controleert men in het algemeen met een watertest (met eventuele toevoegingen voor geleidbaarheid) of deze $\leq 0,2$ kg afwijkt van de oorspronkelijk vastgelegde referentie. De melkmeters worden niet getest op het juist meten van de melkstroom, alleen op de weergave van de totale hoeveelheid melk.

Meest voorkomende ICAR goedgekeurde melkmeters in Nederland

Van de vier meest gebruikte door ICAR-goedgekeurde melkmeters in Nederland bespreken we het meetprincipe en de vloeistof voor testen van de afnamegrens.

Figuur 2 Metatron (bron internet)



Metatron, Westfalia

Sinds 1991 heeft deze melkmeter ICAR-goedkeuring.

De sensoren (elektroden) werken met geleidbaarheid, aan het testwater moet men zuur of zout toevoegen. Voor de ICAR-test gebruikt men 70 cc Circotop SF per 10 kg water. Voor de periodieke controle van de melkmeter wordt gebruik gemaakt van het aanzuigen van water door een 2,8 mm slang met een 1,2 mm luchtgaatje.

In de melkmeterkamer van 500 ml bevinden zich drie elektroden die, als ze via de melkverbinding hebben aangegeven dat de kamer vol is, de klep moeten openen voor de dumping van de melk. De daadwerkelijke meting vindt plaats tussen de middelste en bovenste elektrode waartussen een ruimte van 115 gram zit.

Bij de start van het melken kan een overbruggingstijd ingesteld zijn van 0-240 sec. De vertragingstijd na het bereiken van de afname zit in de meting verwerkt, en men werkt met een verwachte melkstroom. Als men de afnamegrens verwacht binnen de vertragingstijd (instelbaar van 0-30sec.), gaat de afneemindicatorlamp branden. Wordt de meetkamer niet meer gevuld binnen de verwachte tijd, dan wordt de klep van het vacuüm afgesloten.

Er is geen herhaling van de vertragingstijd in te stellen. De afname door de cilinder kan dan met enige vertraging (standaard vaak op 1,5 sec., instelbaar tussen de 0 en 6 sec.) plaatsvinden, zodat het melkstel niet onder vacuüm wordt afgenomen. De afnamegrens kan men instellen tussen de 50-1200 gram/min. In theorie betekent dit dat als de afnamemelkstroom ingesteld staat op 200 ml/min., de tijd tussen het daadwerkelijk bereiken van die grens en afnemen maximaal 35 seconden is.

Figuur 3 MM15 (bron internet)



MM15, DeLaval

Sinds 1990 heeft deze melkmeter ICAR-goedkeuring. Deze melkmeter wordt ook wel Flomaster 2000 of Alpro genoemd.

De melkmeter weegt de melk continu in een kamer. Als het een vooringestelde hoeveelheid heeft bereikt (90, 70 of 60 gram, afhankelijk van de melksnelheid), wordt een klep geactiveerd zodat de melk uit de kamer stroomt. Afhankelijk van de melksnelheid gaat de klep na een bepaalde tijd weer dicht (0,5 – 2,5 seconden). De cyclus van vullen en legen herhaalt zich tot gemiddeld 100-200 keer per melking. De tijd dat de klep open staat wordt gemeten en daarvoor wordt de melkgift ook gecompenseerd.

De meter kan men testen met water zonder toevoegingen.

De meter zal vlot de afname aansturen bij het bereiken van de ingestelde afnamegrens. Hierbij hanteert men vaak een vertragingstijd van 9 seconden, maar dit kan op een brede range worden ingesteld.

Figuur 4 Afikim (bron internet)



Afikim, SAE

Sinds 1990 heeft deze melkmeter ICAR-goedkeuring. We noemen deze melkmeter ook wel Fullflow, Manuflow, Sureflow en Afikim/Cobina.

Voor de ICAR-testen gebruikt men water met een temperatuur van $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) en 60 gram zout per 20 kg water. De meter heeft een luchtgaatje in de klauw nodig, en er is een luchtgaatje in de meter aanwezig. Voor de periodieke controle van de melkmeter maakt men gebruik van het aanzuigen van water door een 3,5 mm slang met een 1 mm luchtgaatje.

De melkmeter werkt met een meetkamer van 158 gram. Deze werkt met een magneetklep en geleidbaarheidcontacten. Bij volledige vulling van de meetkamer gaat door een magneetklep de inlaat dicht en wordt de melk via de uitlaat gedumpt. De tijd van dumping wordt gecorrigeerd aan de hand van de huidige melksnelheid. Met de laatste drie klepschakelingen wordt bepaald of de melksnelheid toe- of afneemt en of de ingestelde afnamegrens is bereikt. Als de afnamegrens is bereikt, zal na de ingestelde vertragingstijd de afname worden aangestuurd.

Bij een afnamegrens van 200 ml/min. zal het theoretisch maximaal ruim 47 seconden duren voordat er wordt afgenomen na het bereiken van die grens (zonder vertragingstijd).

Figuur 5 MR2000 (bron internet)**MR2000 Gascoigne Melotte**

Sinds 1989 heeft deze melkmeter ICAR-goedkeuring. De melkmeter noemen we ook wel Combina 2000. Melkmeter met meetkamer van 200 gram. De elektroden werken met geleidbaarheid. Voor de ICAR-testen gebruikt men water met een temperatuur van 20 °C (+/- 5 °C) en 60 gram zout per 20 kg water. Het luchtgaatje in de klauw en in de melkmeter zijn nodig voor een goede meting. Voor de periodieke controle van de melkmeter wordt gebruik gemaakt van het aanzuigen van water door een 4 mm slang met een 1 mm luchtgaatje.

De melkstroom wordt gemeten in het bovenste deel van de melkmeter met zes elektroden. De lucht gaat door een bypass naar de onderste kamer. Tussen de eerste vijf elektroden wordt steeds 100 ml melk gemeten, tot aan de laatste elektrode 500 ml. De verbinding naar de meetkamer wordt geopend zodra de melk in contact komt met de laatste elektrode.

De vertragingstijd na het bereiken van de afnamegrens is bij de MR2000 softwarematig aangepast aan de melksnelheid: traagmelkende koeien hebben een volledige vertragingstijd, snelmelkende koeien hebben een vertragingstijd van 0 seconden. Tussen snel- en traagmelkende koeien vindt een lineaire aanpassing plaats. Bij de versie met de oude Eprom wordt de vertragingstijd steeds herhaald, bij de versie met de nieuwe Eprom past men de vertragingstijd eenmaal toe.

Bij een afnamegrens van 200 ml/min. zal het theoretisch maximaal ruim 30 seconden duren voordat afname plaatsvindt na het bereiken van die grens (zonder vertragingstijd).

2.4 Melkstromsensor

Naast de ICAR-goedgekeurde melkmeters zijn er melkstromsensoren die de actuele melksnelheid meten zoals de Visoflow van Westfalia en de Sensomatic van Fusion. De melkhoeveelheden kunnen dan ook worden weergegeven, maar zijn niet nauwkeurig genoeg voor de melkproductiecontrole. De gemeten melksnelheid kan men gebruiken om de afname aan te sturen.

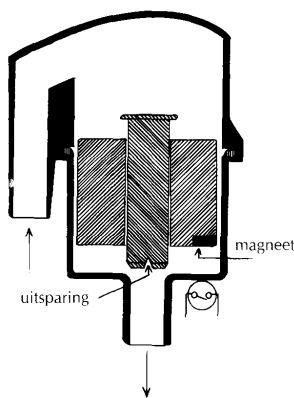
Figuur 6 Visoflow van Westfalia Surge (bron internet)

2.5 Melkstroomindicator

Melkstroomindicatoren hebben niet als doel de melkgift te registreren, maar het bereiken van een vooraf bepaalde melksnelheid. Voorbeelden hiervan zijn de Unico2 van SAC en de Duovac van DeLaval.

Een melkstroomindicator met vlotter bestaat uit een gesloten cilinder met een aan- en afvoeropening (figuur 7). De afvoeropening steekt met een los pijpje bovenin de cilinder. In de cilinder bevindt zich een vlotter. Als er volop melk wordt aangevoerd, is de cilinder geheel gevuld en drijft de vlotter die het pijpje meeneemt in de bovenste stand. De melk stroomt dan via het pijpje en de wanden van de vlotter rechtstreeks door de grote afvoeropening. Wanneer de vlotter in de cilinder daalt doordat de uitstromende hoeveelheid melk groter is dan de inkomende hoeveelheid, wordt het pijpje weer op de zitting van de grote afvoeropening geplaatst. Door de uitsparing aan de onderzijde van het pijpje, ontstaat een kleine opening. Deze opening komt overeen met een melkstromsnelheid van bijvoorbeeld 200 ml per minuut. De vlotter zakt verder naar de bodem van de cilinder en trekt door middel van een magneet aan de buitenzijde een contact aan. Een voorbeeld van een dergelijke indicator is de Duovac.

Figuur 7 Melkstroomindicator op basis van vlotter (bron: Haven et al., 1996)



Bij een melkstroomindicator op basis van elektroden wordt gebruik gemaakt van de elektrische geleidbaarheid van de melk. Als er volop melk stroomt, is het circuit tussen de elektroden gesloten. Komt de melkstroom onder de grens, dan wordt de stroomkring verbroken en een signaal afgegeven. Een voorbeeld hiervan is de Unico2 van SAC (zie figuur 8).

Figuur 8 Unico2 van Sac (bron internet)



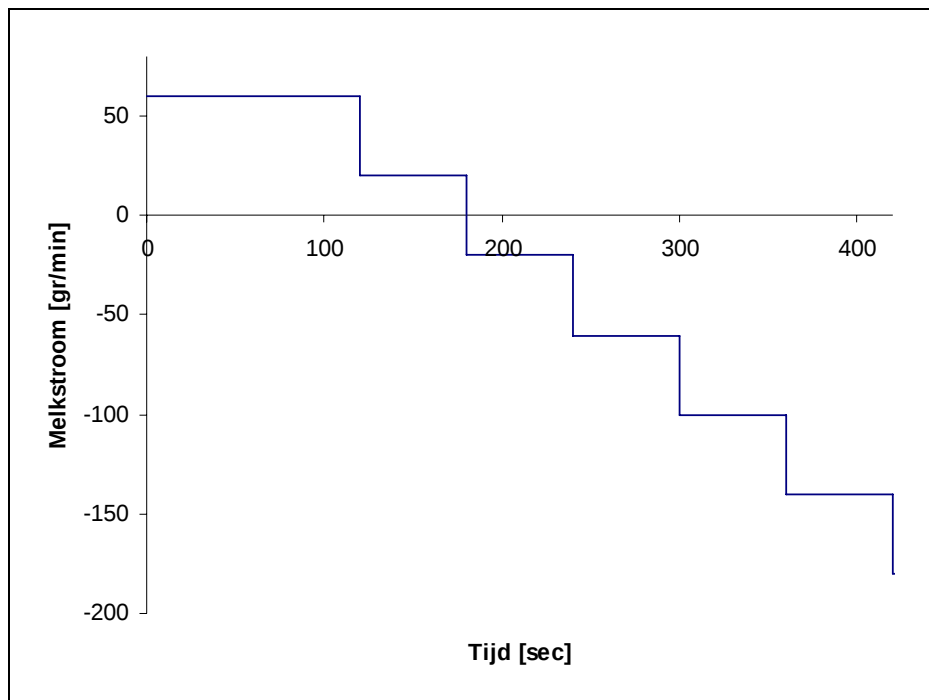
2.6 Eisen aan meetmethodiek ter controle van afnamemoment

Het ontwikkelen van een merkonafhankelijke methodiek voor het controleren van de afnamecriteria is het doel van het project. Daarbij ook de meting van het afnameniveau en de vertragingstijd.

Bij aanvang van het project stelden de leden van de projectgroep de volgende eisen aan de apparatuur om te kunnen toepassen.

- Een methodiek die melkmachineonafhankelijk kan worden toegepast.
- Het apparaat is eenvoudig te transporteren (ook van melkplaats naar melkplaats) en kan meegenomen worden in de servicebus van een monteur.
- De apparatuur is mobiel en of draagbaar en kan worden toegepast in alle soorten melkstallen en automatische melksystemen.
- Het apparaat wordt bij voorkeur van energie voorzien door oplaadbare batterijen, met in ieder geval voldoende capaciteit om gedurende 1 werkdag met het apparaat te kunnen werken;
- De buitenzijde van het apparaat moet men eenvoudig kunnen reinigen en delen van het apparaat die in aanraking kunnen komen met het melkvoerend deel van de melkinstallatie kunnen ontsmet worden.
- De voorbereidingen om de metingen te kunnen doen zijn minimaal (maximale voorbereidingstijd eenmalig 15 minuten voor de hele melkstal).
- Men kan in korte tijd de testen uitvoeren (bijvoorbeeld maximaal 15 minuten per melkstand).
- Voor de meting zijn naast het apparaat minimale middelen nodig (bijvoorbeeld alleen water en zuur of zout).
- Met het apparaat kunnen verschillende melkstromen gesimuleerd worden (figuur 9). Er wordt bijvoorbeeld gestart met 2 minuten een melkstroom van [afnameniveau + 60] gr/min. Daarna wordt de melkstroom 40 gr/min. verlaagd en vervolgens na iedere minuut (of halve minuut) met nog eens 40 gr/min. verlaagd tot aan het moment van afname.

Figuur 9 Melkstroom ten opzichte van ingestelde afnameniveau als functie van tijd na activering



De bediening van het apparaat is eenvoudig:

- Het apparaat levert eenduidige meetresultaten op.
- In het ontwerp van het apparaat wordt rekening gehouden met een vaste overbruggingstijd van 2 minuten; gedurende deze tijd vindt geen afname plaats en de eigenlijke test begint nadat deze tijd verstreken is.
- De afnamegrens is instelbaar tussen de 100 en 500 gr/min. in stappen van bijvoorbeeld 40 gr/min.
- De werkelijke melkstroom mag een afwijking hebben ten opzichte van de ingestelde melkstroom van maximaal 2% van het maximaal instelbare afnameniveau (2% van 500 gr/min. = 10 gr/min.).

- Het vacuümbereik waarbinnen het apparaat nauwkeurig functioneert, loopt van 35 tot 45 kPa.
- Bij voorkeur dient er geen beïnvloeding van de melkstroom te zijn door het vacuümniveau. Is dit wel het geval, dan wordt hiervoor gecorrigeerd waardoor men toch de noodzakelijke meetnauwkeurigheid krijgt.
- Via het apparaat mag er geen extra (lek)lucht ingelaten worden (tenzij dit nodig is omdat de delen van het melkstel met beluchtingaatjes worden verwijderd om de test uit te kunnen voeren).
- De tijd tussen het activeren van het simulatieapparaat en het actief worden van het afnamesignaal wordt gemeten.
- Het afnamesignaal kan op de volgende manieren gedetecteerd worden:
 - indrukken van een knop door de servicemonteur;
 - wegvallen van het vacuüm op de melkklaauw;
 - veranderen van de status van een maak- of verbreekcontact.
- Op het apparaat is af te lezen de tijd tussen activeren van het simulatieapparaat en het detecteren van het afnamesignaal en de melkstroom op het moment van afname.
- Het apparaat kan eenvoudig gekalibreerd worden. De frequentie van ijking dient bij voorkeur eens per jaar plaats te vinden, maar mag maximaal viermaal per jaar zijn.
- Bij voorkeur kan men het apparaat toepassen zonder het demonteren van de melkstellen.

De werkwijze bij het toepassen van het apparaat.

- Het apparaat installeren op de melkplaats.
- Het apparaat voorzien van een voldoende hoeveelheid testvloeistof met de juiste samenstelling.
- Eventuele noodzakelijke voorbereidende werkzaamheden aan het melkstel uitvoeren.
- Het melkproces op de te testen melkplaats activeren.
- Het melkstel aansluiten op de testunit.
- Binnen 1 minuut na het activeren van het melkproces activeert de monteur de simulator.
- Gedurende eerst volgende 2 minuten, na het activeren van het apparaat, een melkstroom door het apparaat genereren die op [afnameniveau + 60] gr/min. ligt (optioneel kan een andere melkstroom ingesteld worden).
- Na de 2 minuten de melkstroom automatisch verlagen met 40 gr/min. Dit iedere minuut (of halve minuut) herhalen tot er afname gedetecteerd wordt (optioneel kan een andere melkstroomverlaging ingesteld worden).
- De melkstroom stopt zodra er afname gedetecteerd wordt of als er 4 minuten verstreken zijn zonder afname.
- De tijd tussen het starten van de simulator en het actief worden van de afname meten.
- De monteur legt de gemeten waarden vast in een meet- en adviesrapportage. Het volgende wordt minimaal in het rapport gemeld:
 - o Ingestelde afnameniveau:(bijvoorbeeld 200 gr/min.)
 - o Startwaarde melkstroom:(afnameniveau + 60 gr/min.)
 - o Grootte melkstroom aanpassing:(verlaging 40 gr/min.)
 - o Tijd tussen activering en afname:
 - o Melkstroom op moment van afname:
- Indien nodig de instellingen van de afneemapparatuur aanpassen waarna de gehele meting opnieuw wordt uitgevoerd.

Via de analoge ingangen kunnen vacuümmetingen worden uitgevoerd (zie ook paragraaf 3.1).

2.7 Internationale methodiek controle afneemapparatuur

Op de franse markt verkoopt Atauce een apparaat dat het moment van automatische afname meet. Het is ontwikkeld door l'Institut de l'Elevage.

Figuur 10 Melkstromsimulator van Atauce (Bron Atauce)

Dit systeem verlaagt de flow vanaf 900 gram met stappen van 100 gram gedurende 20 seconden. De hoogte van de flow wordt geregeld met openen en sluiten van kleppen en het vacuüm uit de melkinstallatie zuigt de vloeistof op. De flow van het apparaat wordt beïnvloed door het vacuüm. Momenteel werkt de Franse controle-organisatie Cofit met dit systeem in de praktijk (Billon et al., 2007c). De herhaalbaarheid was niet gedocumenteerd, maar uit laboratoriumtesten in Lelystad bleek de herhaalbaarheid erg laag (zie 1 Reproduceer).

Tabel 1 Reproduceerbaarheid Atauce afname meting (hoeveelheid vloeistof = f (vacuüm niveau)

Ingestelde vacuüm niveau (kPa)	Duur meting (sec.)	Gemeten hoeveelheid vloeistof (gr.)
40	180 + 45	1930
40	180 + 45	1840
40	180 + 45	1830
40	180 + 45	1810
40	180 + 45	1790
50	180 + 45	1910
50	180 + 45	1825
50	180 + 45	1750
50	180 + 45	1715
50	180 + 45	1645
38	180 + 45	1810
38	180 + 45	1780
38	180 + 45	1760

Recent kwam uit praktijkmetingen in Frankrijk met dit apparaat naar voren dat minder dan 50% van de 2500 gemeten melkstanden (op 232 melkstallen) de afname goed werkte (Billon et al., 2007c).

Verder heeft SAC een flowmeter ter controle van de afname. Deze werkt met verschillende groottes van nozzles waardoor vloeistof uit een emmer wordt opgezogen om verschillende flows te simuleren. Het opzuigen van de vloeistof gebeurt door het vacuüm uit de melkinstallatie. Daarnaast wordt voor vacuümhoogte gecorrigeerd aan de hand van grafieken. Deze afnamecontrole is voor afneemapparatuur van het merk SAC zoals de Sacco800 en de Unico1 en de melkmeters Memolac en Unilac.

Naast de metingen buiten het melken om, kan men ook tijdens het melken de afnamegrens meten. Hiervoor kan men bijvoorbeeld een unster gebruiken. Dit is een vrij omslachtige methode waar door middel van het gewicht van de melk per tijdseenheid de melksnelheid wordt bepaald. Er is ook een melkmeter op de markt die in een bestaande melkstal kan worden geïnstalleerd en die het gehele melkstrooprofiel vastlegt, de Lactocorder. Nadeel van dit apparaat is het vacuümverlies wat het tijdens het melken veroorzaakt. Daarnaast is het niet altijd duidelijk wanneer exact het moment van afname van het melkstel plaatsvond omdat het stroomprofiel naijlt.

3 Materiaal en Methoden

Er is gekozen voor de ontwikkeling van een eigen meetmethodiek. De reeds bestaande meetmethodieken voldoen niet aan de eisen die zijn gesteld in paragraaf 2.6.

3.1 Meetapparatuur

Er is gekozen voor een pompunit van het fabricaat ISMATEC. Dit apparaat (figuur 11) bestaat uit een aandrijving (de ISM 919: MCP-CPF Proces IP65 Ceramic Piston Drive) en een pomp (de FMI205: CPF pump head QP.Q1.CSC).

Figuur 11 Plunjerpomp met aansturing



De aandrijving kan via een RS 232-verbinding met een bijgeleverd programma voor installatie op een PC worden geprogrammeerd. In het apparaat kan men vier verschillende programma's laden. Met de programma's kan een bepaald melkstroom profiel gesimuleerd worden. Dit gebeurt door de omwentelingssnelheid van de plunjerpomp via een programma aan te passen conform het te generen melkstroomprofiel. Men kan een programma selecteren en activeren door de druktoetsen aan de voorzijde van het apparaat. Het apparaat heeft twee digitale en twee analoge ingangen en twee digitale uitgangen. Een van de digitale ingangen kan men bijvoorbeeld gebruiken om via een schakelaar het meetprogramma te activeren. De analoge ingang kan men bijvoorbeeld gebruiken om een vacuümmeting uit te voeren. Deze signalen kunnen vanuit de software ingelezen en aangestuurd worden. Op het apparaat zit een 4-digitdisplay. Vanuit een programma kan er informatie op dit display worden weergegeven.

De pomp is een keramische plunjerpomp die men met schroefverbindingen op de piston drive kan schroeven. Het materiaal van de pomp wordt niet aangetast door de vloeistof en is eenvoudig te reinigen. De plunjerconstructie zorgt ervoor dat er zeer nauwkeurig met de pomp gedoceerd kan worden en dat de opbrengst van de pomp onafhankelijk is van de externe omstandigheden (druk of vacuüm).

Het opbrengstbereik van de pomp kan men instellen door de hoek waarmee de plunjerpomp op de aandrijving geschroefd is; bij een kleine hoek maakt de plunjer een kleine slag en wordt er met een klein opbrengstbereik gewerkt en bij een grote hoek maakt de plunjer een grote slag en wordt er met een groot opbrengstbereik gewerkt. De ingestelde hoek kan men vergrendelen met twee schroefverbindingen. Door het toerental van de aandrijving te variëren kan de vloeistofstroom binnen het opbrengstbereik ingesteld worden.

Met de gekozen aandrijving / pompcombinatie kan men een opbrengstbereik instellen van 0,13 tot en met 576 gr/min.

Aangezien de vloeistofstroom zowel afhankelijk is van de hoek waarmee de plunjerpomp op de aandrijving geschroefd is als van het toerental waarmee de pomp wordt aangedreven, moet de relatie vloeistofstroom - toerental gekalibreerd worden nadat het de aandrijfhoek van de plunjerpomp is ingesteld. De plunjerpomp is zelfaanzuigend en men kan de pomp aansluiten op de lange melkslang. Om de vloeistofstroom zoveel mogelijk overeen te laten komen met de melkstroom tijdens een melking, is er direct na de pomp een luchtinlaat aangebracht waarvan de diameter overeen moet komen met de diameter van de luchtinlaat in de melkklaauw.

3.2 Werkwijze

De werkwijze tijdens een test is steeds als volgt:

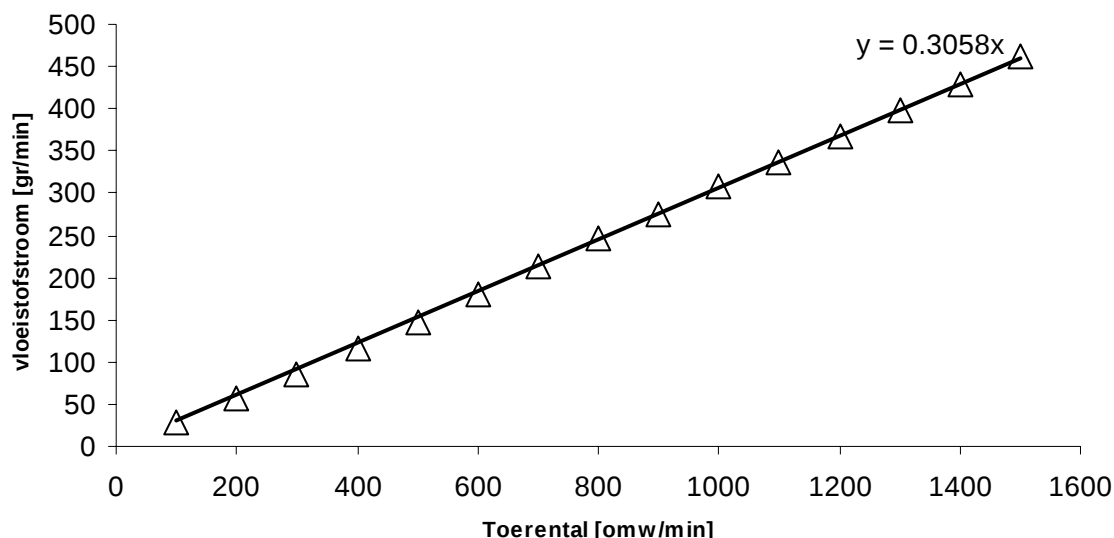
- De lange melkslang loskoppelen van het melkstel en aansluiten op de plunjerpomp. Tussen lange melkslang en plunjerpomp een buisje plaatsen met een luchtinlaat met de juiste diameter (luchtinlaat dient identiek te zijn aan de luchtinlaat op de melkklaauw).
- De melkslang zo vlak mogelijk positioneren tijdens de meting om kolomvorming van de vloeistof naar de meter te voorkomen.
- De aanvoerslang van de pomp in een emmer met testvloeistof (bijvoorbeeld water met zout afhankelijk van het type meter) hangen.
- Het programma met het juiste melkstroomprofiel selecteren op de plunjerpomp. Het programma dient er voor te zorgen dat er gedurende de overbruggingstijd een melkstroomprofiel wordt gegenereerd wat boven het afnamecriterium ligt.
- De melking op de te controleren melkstand starten en vervolgens de plunjerpomp starten.
- Nadat de overbruggingstijd verstreken is de melkstroom stapsgewijs verlagen tot het moment van afname.
- Het moment van afname kan de plunjerpomp automatisch registreren door een vacuümsensor. Ook is het mogelijk dit automatisch vast te stellen door een schakelpuls.
- Op het moment dat de plunjerpomp de afname registreert, stopt de pomp en wordt de tijd vanaf het starten van de plunjerpomp tot het moment van het stoppen van de plunjerpomp op de display van de unit weergegeven. Aan de hand van de weergegeven tijd kan men dan bepalen op welk afnamecriterium de melkmeter (afneemsensor) ingesteld staat.

3.3 Kalibratie en controle van de apparatuur

Het vloeistofstroombereik van de plunjerpomp is afhankelijk van de hoek waarmee de plunjerpomp op de aandrijving geschroefd is. Als deze hoek is ingesteld op de unit moet deze vergrendeld worden. Vervolgens moet de vloeistofstroomkarakteristiek als functie van de omwentelingssnelheid van de plunjerpomp gekalibreerd worden.

De kalibratie wordt als volgt uitgevoerd:

De plunjerpomp wordt steeds gedurende een vast ingestelde tijd (1 minuut) met een bepaald toerental aangestuurd. Na afloop wordt de overgepompte vloeistofhoeveelheid bepaald en berekent men daaruit de vloeistofstroom. Deze routine herhaalt men voor een aantal verschillende toerentallen. Uit deze meetgegevens bepaalt men de vloeistofstroom = $f(\text{toerental})$ karakteristiek bepaald (zie figuur 12). Deze karakteristiek wordt getransformeerd in een toerental = $f(\text{vloeistofstroom})$ karakteristiek.

Figuur 12 Kalibratie karakteristiek: vloeistofstroom = $f(\text{toerental pompunit})$ 

Controle op afwijkingen kan door de pomp gedurende enkele minuten op een vast toerental te laten draaien; vervolgens de hoeveelheid overgepompte vloeistof meten en deze hoeveelheid vergelijken met de theoretische hoeveelheid, die aan de hand van het ingestelde aantal toeren, de kalibratie karakteristiek en tijdsduur kan worden berekend. Door deze metingen onder atmosferische druk uit te voeren en vervolgens te herhalen terwijl er vacuüm op de unit wordt gezet, kunnen we bepalen wat de invloed van vacuüm is op de pompkarakteristiek. De plunjerpompconstructie en de toerentalregeling van de aandrijving van de plunjerpomp zorgen ervoor dat de opbrengst van de pomp niet beïnvloed wordt door externe omstandigheden zoals druk en vacuüm.

Een voorbeeld van de gegevens die tijdens de controle verzameld zijn, staan in **2** Uitkomsten .

Tabel 2 Uitkomsten van een meting bij atmosferische druk en 42 kPa vacuüm

Berekende hoeveelheid [gr]	Gemeten bij atmosferische druk [gr]	Gemeten bij 42 kPa vacuüm [gr]
2550	2558	2557

3.4 Metingen

Het doel van deze metingen was tweeledig:

- 1 het verkrijgen van inzicht in de werking van de simulatiemethode en
- 2 het verkrijgen van inzicht in de spreiding van afnameniveaus in praktijk.

De simulatiekarakteristiek die bij deze metingen gebruikt zijn, worden als volgt aangeduid:

FwwwdFxxxyydtzz

Waarbij:

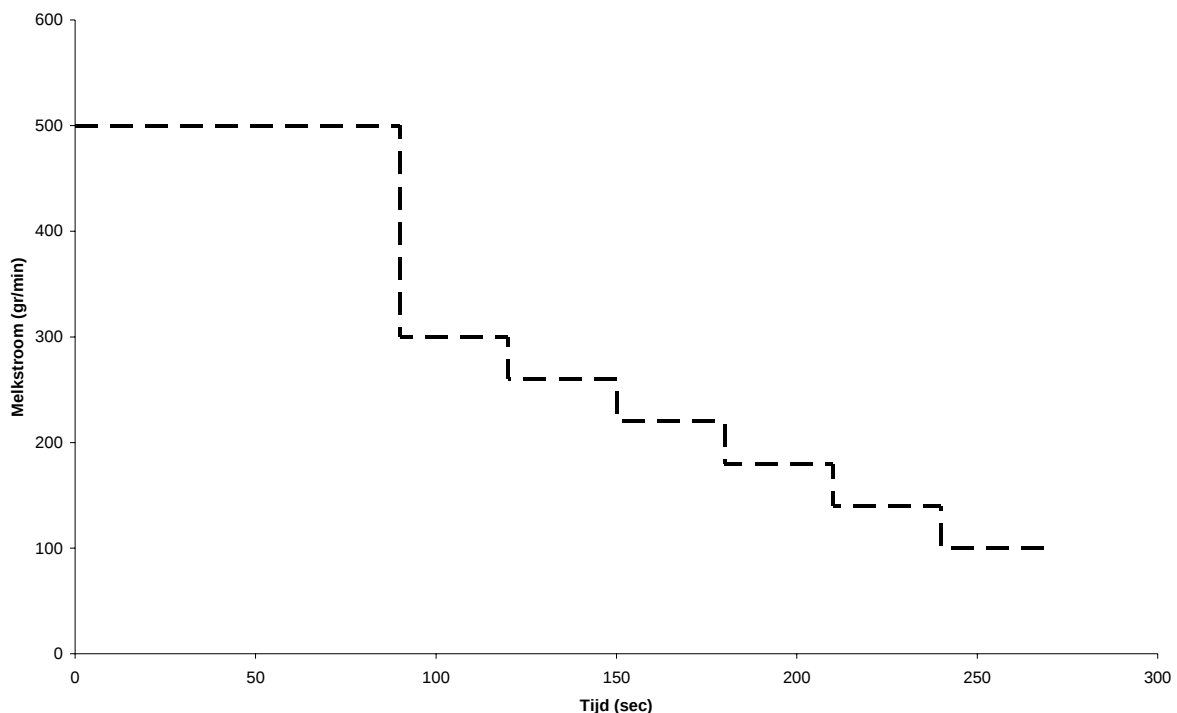
- F - de melkstroom is, waarmee de meting gestart wordt;
- dF - de stapgrootte is, waarmee de melkstroom wordt aangepast;
- t - het moment aangeeft vanaf wanneer de aanpassing van de melkstroom actief wordt;
- dt - de intervaltijd is tussen de verschillende aanpassingen.

F500dF100t120dt40 betekent dat er gestart wordt met een melkstroom van 500 gr/min., dat de stapgrootte 100 gr/min. bedraagt, dat aanpassing van de melkstroom voor het eerst plaatsvindt 120 seconden nadat de meting gestart is en dat dit vervolgens iedere 40 seconden plaatsvindt.

Gedurende een deel van de overbruggingstijd (120 seconden) is er een hogere melkstroom dan www toepast (bijvoorbeeld gedurende 90 seconden een melkstroom van 500 gr/min.). Dit was om er zeker van te zijn dat er door de melkmetering een melkstroom werd gedetecteerd, zodat er niet direct na het verstrijken van de overbruggingstijd afname plaats vond. Deze melkstroom heeft echter geen impact op de uiteindelijke meetwaarde en is daarom bij het formuleren van de simulatiekarakteristiek in de meeste gevallen buiten beschouwing gelaten. De metingen met omschrijvingen zijn te vinden in bijlage 1.

Een voorbeeld van een simulatiekarakteristiek staat in figuur 13. Welke karakteristieken werden toegepast bij een bepaalde afneemmethode werd vooral ingegeven door wat naar verwachting de beste resultaten zou geven bij een bepaalde afneemmombepaling. Bij een zelfde type melkmeter zijn uiteindelijk verschillende meetkarakteristieken toegepast om te 'zoeken' welke karakteristiek het best bij een type melkmeter past.

Figuur 13 Voorbeeld van een simulatie karakteristiek: de simulatie F300dF40t90dt30 begint met 90 seconden een melkstroom van 500 gram per minuut. Daarna verlaagt de melkstroom naar 300 gram en wordt om de 30 seconden verder verlaagt met 40 gram.



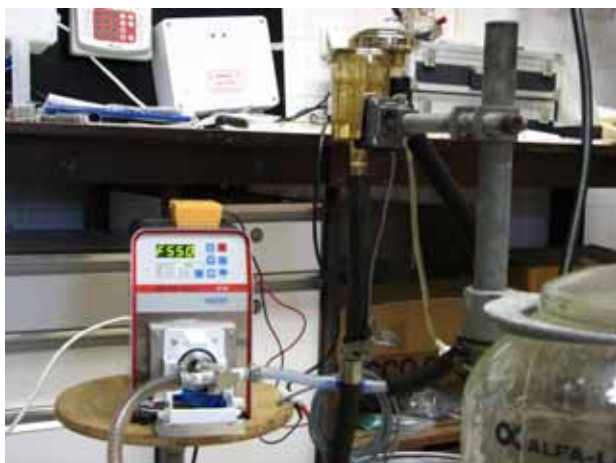
Metingen op testfaciliteit melkwinning

Op de testfaciliteit melkwinning zijn metingen gedaan met de ontwikkelde apparatuur aan de melkstroomindicator Duovac. Deze indicator gaf een reactietijd van gemiddeld 11 seconden in de test van 1993 (Schuiling & Holtkuile, 1993a). De instellingen van de Duovac kan men wijzigen door het wisselen van een buisje met verschillende uitstroomgrootte. Het buisje van de 300 instelling van Duovac was in tweevoud aanwezig en beide buisjes zijn ter controle in 5-voud getest.

In de meetopstelling (figuur 14) is gebruik gemaakt van een geringe opvoerhoogte van de vloeistof en een korte lange melkslang. Hiervoor is als testvloeistof op 10 liter water 40 gram keukenzout gebruikt dat ongeveer een geleidbaarheid van melk van 5 mS/cm geeft.

Daarnaast zijn een aantal afgegeven flowkarakteristieken vastgelegd met een Lactocorder en ter onderbouwing ook de metingen uitgewerkt die zijn verricht aan de in Frankrijk gebruikte apparatuur van Atauce.

Figuur 14 Meting met ontwikkelde meetapparatuur aan een Duovac



Deze metingen zijn verricht aan de Duovac. De flowkarakteristiek van de Atauce apparaat is vastgelegd met een Lactocorder.

Metingen op praktijkbedrijven

Verschillende melkmeters zijn in de praktijk getest met de ontwikkelde apparatuur (figuur 15). Er is gekozen voor metingen in de praktijk in plaats van op een testfaciliteit om de meetmethodiek te testen onder invloed van de variatie die in de praktijk aanwezig is. Als de testapparatuur voldoet in de praktijk bij melkmeters, dan voldoet die ook in andere omstandigheden.

Figuur 15 Opstelling meetapparatuur in de praktijk



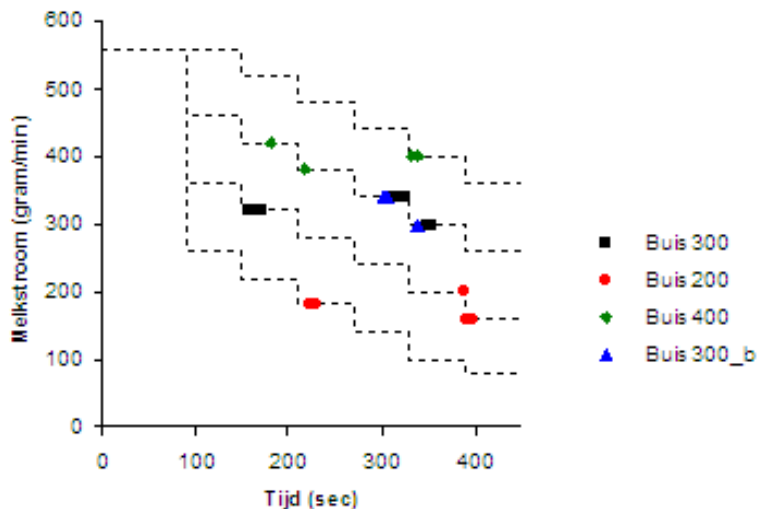
In totaal zijn zes verschillende melkmeters/afneemindicatoren getest waarbij op twee bedrijven meerdere testdagen zijn geweest. De geteste melkmeters zijn de vier meest in Nederland voorkomende melkmeters: Metratron, MM15, Afikim en MR2000. Daarnaast zijn een Miele en een Omni-indicator getest.

4 Resultaten en Discussie

4.1 Metingen op melkwinningstestfaciliteit

Op de melkwinningstestfaciliteit zijn metingen gedaan met de ontwikkelde meetapparatuur aan de Duovac melkstroombindicator. Drie instellingen van de Duovac (200, 300 en 400 gram per minuut) zijn in vijfvoud getest. In figuur 16 zijn de vier meetprogramma's en de gevonden afneemtijdstippen van de drie instellingen van de Duovac weergegeven. De flowkarakteristieken zijn: P1 F260dF40t90dt60, P2 F360dF40t90dt60, P3 F460dF40t90dt60, en P4 F560dF40t90dt60.

Figuur 16 Metingen aan een melkstroombindicator met vlotter met verschillende doorstroombindicaties (200, 300 (2x) en 400 ml) gemeten met vier verschillende melkstrooprofielen

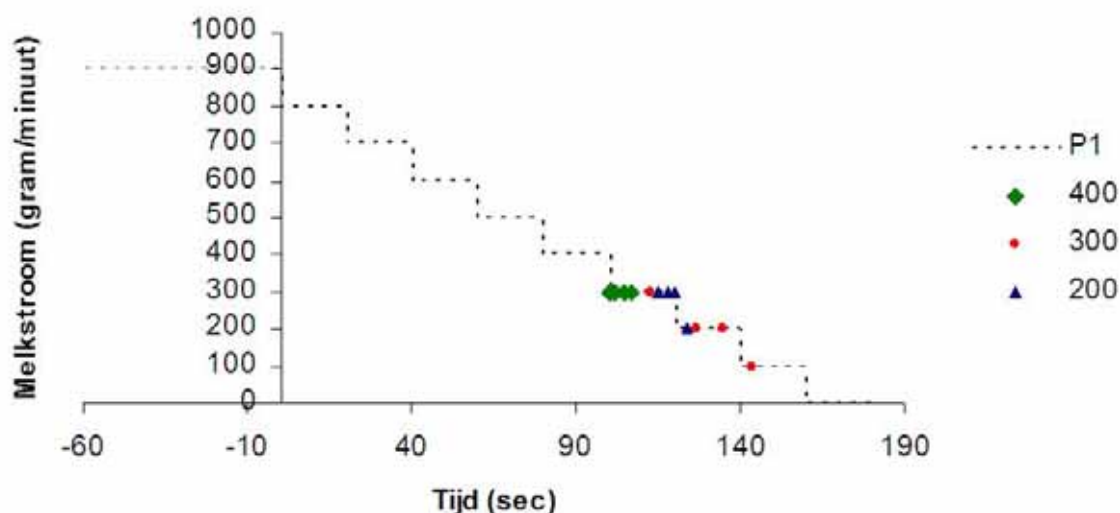


Uit de metingen van de Duovac is te zien dat deze melkstroombindicator op maximaal twee treden van het programma afname indiceert. Vanuit de metingen zijn de drie verschillende instellingen van de Duovac goed te onderscheiden.

De gemiddelde melkstroom waarbij wordt afgenomen is bij de indicator van 200 ml gemiddeld iets te laat (177 gram), bij 300 ml iets te vroeg (320 gram) en bij 400 ml iets te laat (390 gram). Deze kleine afwijkingen ten opzichte van de opgave van de fabrikant zijn deels te wijten aan de gekozen meetprogramma's. De twee verschillende 300 buisjes zijn onderling niet te onderscheiden.

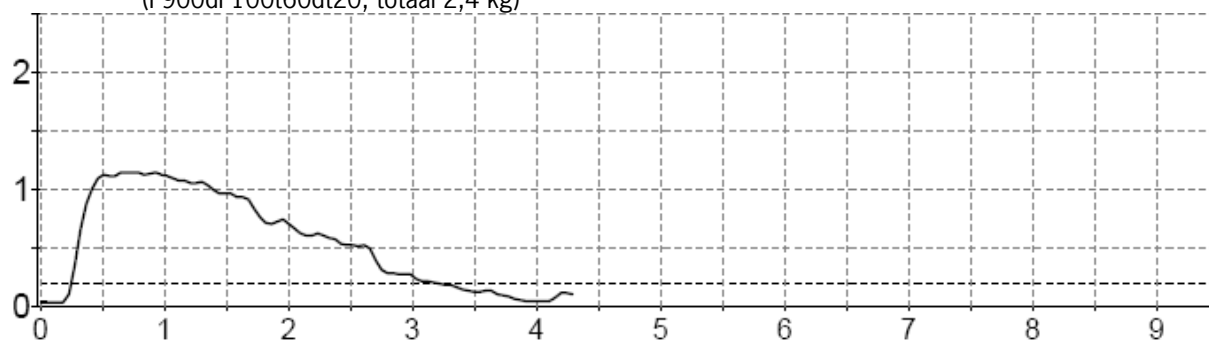
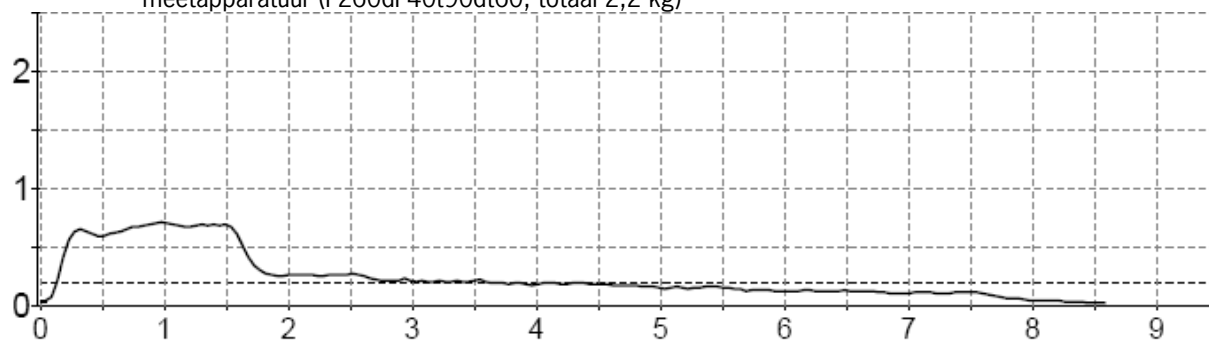
De metingen zijn verricht in een meetopstelling waarin de situatie is geoptimaliseerd om een zo gering mogelijke variatie te krijgen. De aansluiting van de pomp naar de Duovac is in totaal 75 cm. In de praktijk is de lange melkslang gemiddeld 150 cm lang. Daarnaast is de opvoerhoogte en het gebruik van bochten in de aansluiting zeer gering. Bij langere melkslangen en vooral bij meer opvoerhoogte en bochten in de aanvoer naar de melkmeter zal de variatie in toenemen in de afneemtijden door kolomvorming van de vloeistof.

De Duovac is ter vergelijking ook getest met de apparatuur die men gebruikt in Frankrijk (Atauce). De opstelling is gelijk aan de opstelling met de ontwikkelde meetapparatuur. De flowkarakteristiek van de Atauce kunnen we beschrijven als F900dF100t60dt20.

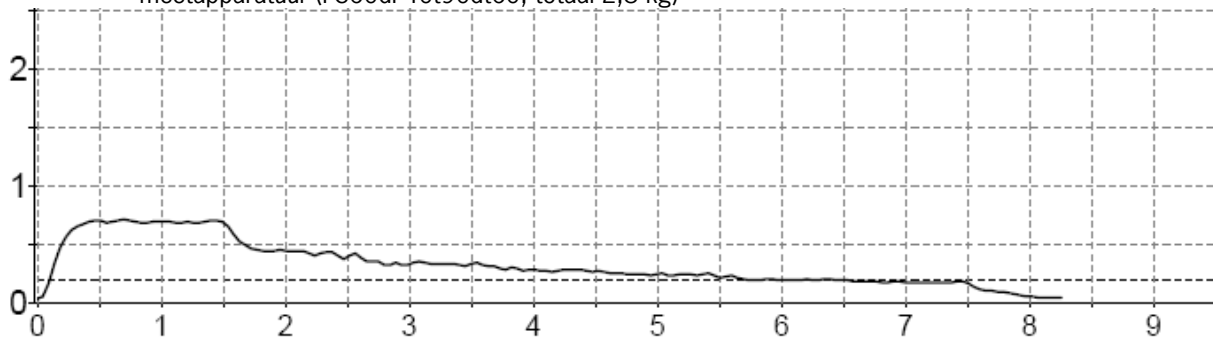
Figuur 17 Melkstroombindicator gemeten met de Atauce

Uit de uitkomsten van de Ataucemeting van de Duovac (figuur 17) blijkt dat de afname vaak ook op twee treden van het programma gebeurt. De treden binnen het programma van Atauce (dF) verschillen 100 gram. Gemiddeld neemt de Duovac bij de meting met de apparatuur van Atauce te laat af. Het gemiddelde van vijf metingen bij een Duovac-instelling van 200 neemt af bij 175 gr. voor 300 bij 260 en voor 400 bij 300 gr. Wat opvalt is dat de afnamegrenzen van 200 en 300 g/min. bij de Duovac op basis van één meting niet kunnen worden onderscheiden.

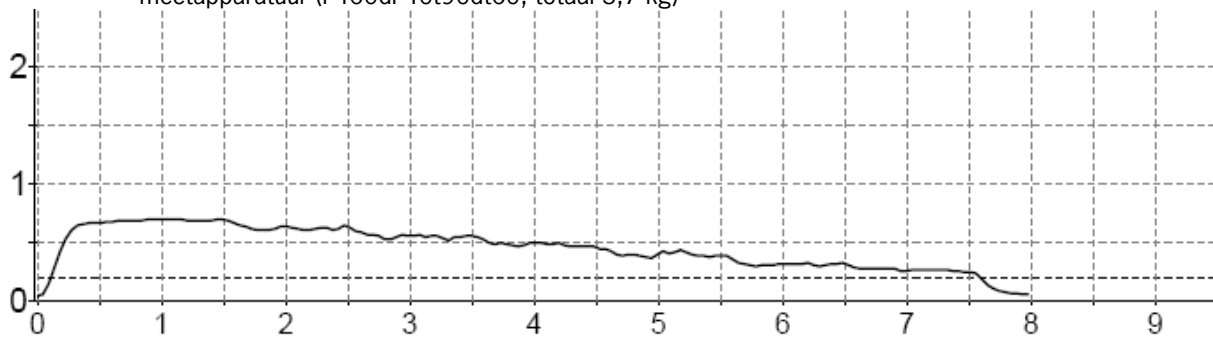
De meting van de Atauce heeft hier al duidelijk te kampen met een laag onderscheidend vermogen en geeft zelfs een spreiding van 100-300 voor de 300 indicator. Bij metingen aan melkmeters zal de variatie groter zijn. Beide meetsystemen zijn ook op bovenstaande manier aangesloten op een Lactocorder in plaats van de Duovac. Hiermee zijn de flowkarakteristieken zoals die aankomen bij een melkmeter visueel vastgelegd. Hieronder volgen de Lactocordermetingen van het profiel van Atauce en de vier programma's van de plunjerpomp.

Figuur 18 Lactocorder grafiek van de flowkarakteristiek afgegeven door de meetapparatuur van Atauce (F900dF100t60dt20, totaal 2,4 kg)**Figuur 19** Lactocorder grafiek van de flowkarakteristiek afgegeven door programma 1 van de ontwikkelde meetapparatuur (F260dF40t90dt60, totaal 2,2 kg)

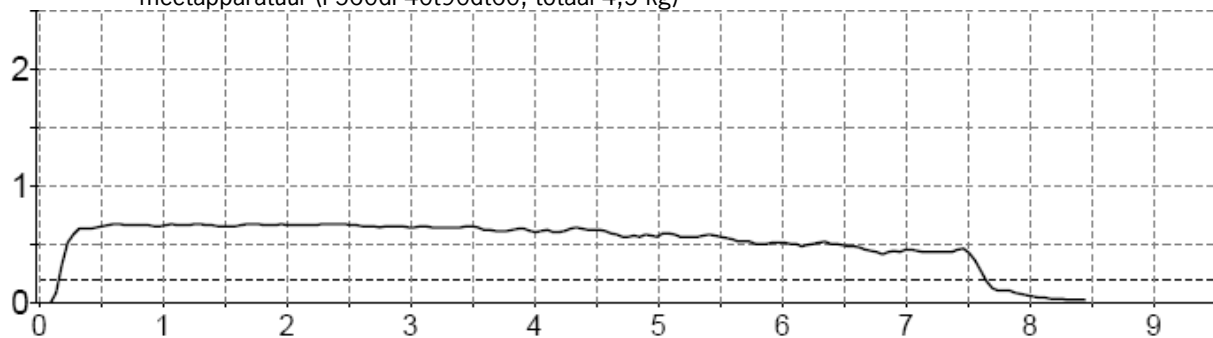
Figuur 20 Lactocorder grafiek van de flowkarakteristiek afgegeven door programma 2 van de ontwikkelde meetapparatuur (F360dF40t90dt60, totaal 2,8 kg)



Figuur 21 Lactocorder grafiek van de flowkarakteristiek afgegeven door programma 3 van de ontwikkelde meetapparatuur (F460dF40t90dt60, totaal 3,7 kg)



Figuur 22 Lactocorder grafiek van de flowkarakteristiek afgegeven door programma 4 van de ontwikkelde meetapparatuur (F560dF40t90dt60, totaal 4,5 kg)



Uit de metingen van de lactocorder is duidelijk te zien dat de meetprogramma's met het nieuw ontwikkelde meetsysteem langer duren dan die van Atauce door de kleinere stapjes (40 ipv 100 gram) en de lengte van de stapjes (60 seconde ipv 20 sec.). De variatie in de flowkarakteristiek zoals die aankomt in de Lactocorder, geeft een goed beeld van de kolomvorming die plaatsvindt in de aanvoer lange melkslang. Hier is gemeten met een zeer korte lange melkslang (75 cm) met een geringe opvoerhoogte. In de praktijksituatie is de variatie groter. De Atauce geeft de vloeistofstroom in kolommen af doordat de klep steeds (een vaste tijd) open gaat. Door de tijden tussen de klepschakeling te verlengen, wordt de afgegeven vloeistofstroom lager, maar de kolomvorming duidelijker.

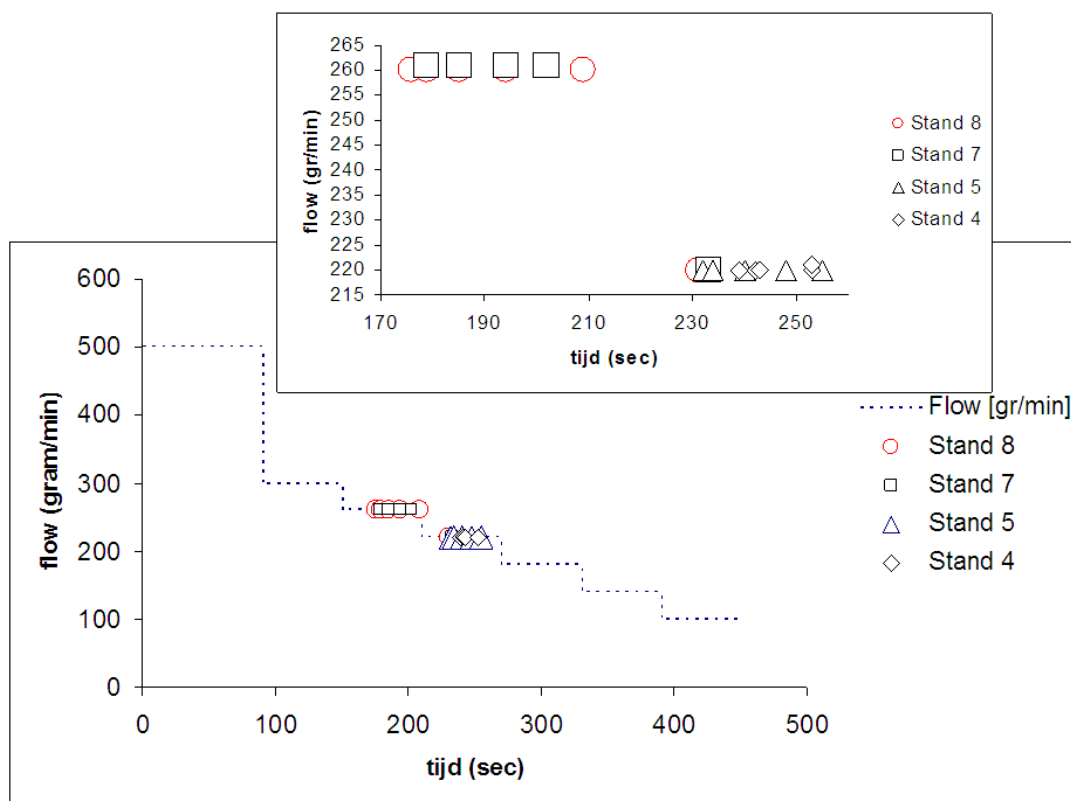
Het voordeel van de Atauce is de praktische uitvoering van de waterbak en luchtinlaat. Ook geeft de Atauce bij het indrukken van de stopknop bij het waarnemen van de afnamegrens de tijd en direct ook de flow weer op de display.

4.2 Metingen in de praktijk

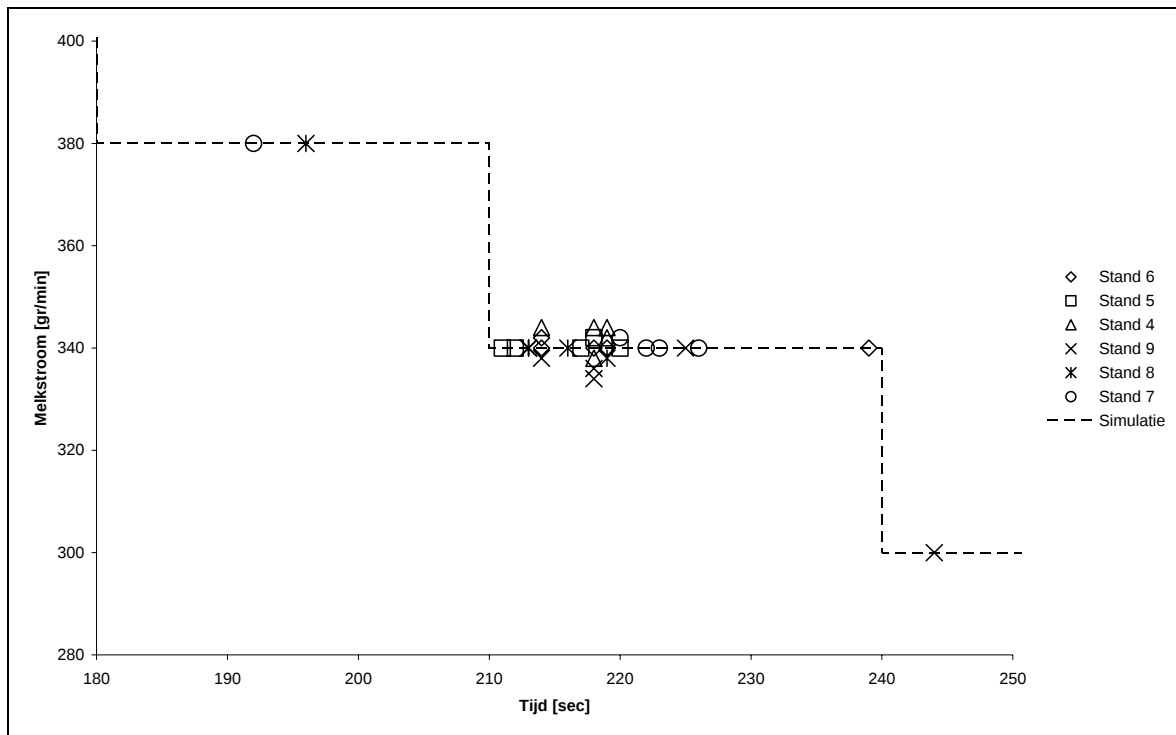
Er zijn verschillende melkstallen met verschillende afneemapparatuur gemeten. Hierbij zijn diverse meetprogramma's aangehouden. In figuur 23 staat een voorbeeld van een aangeboden flowkarakteristiek en de reacties van vier verschillende melkstanden van een melkstal. Dit is een MM15-melkmeter die de afname aanstuurt. De melkmeters stonden via de software ingesteld op een afnameniveau van 200 gram per minuut en een vertragingstijd van 9 seconden. De flowkarakteristiek (F300dF40t90dt60) start, na de overbruggingstijd van 90 seconde (t) met een flow van 500 gram/ minuut, en start de melkstroom op 300 gram/ minuut (F). De flow wordt steeds na 60 seconden (dt) verlaagd met 40 gram (dF).

Stand 7 neemt bij een flow van 260 of 220 gram per minuut af (zie uitvergroting). 260 gram/ minuut wordt aangeboden vanaf 150 seconden. De afname vindt plaats na 179 tot en met 233 seconden. De laatste afname vindt pas plaats als de flow is verlaagd tot 220 gram/ min. (verlaging gebeurt na 210 seconden). De afname vindt dus plaats boven de ingestelde drempelwaarde van 200 gram per minuut.

Figuur 23 Voorbeeld van een aangeboden flowkarakteristiek en afnamerespons van verschillende melkstanden met een uitvergroting van het gebied waarin wordt afgenomen

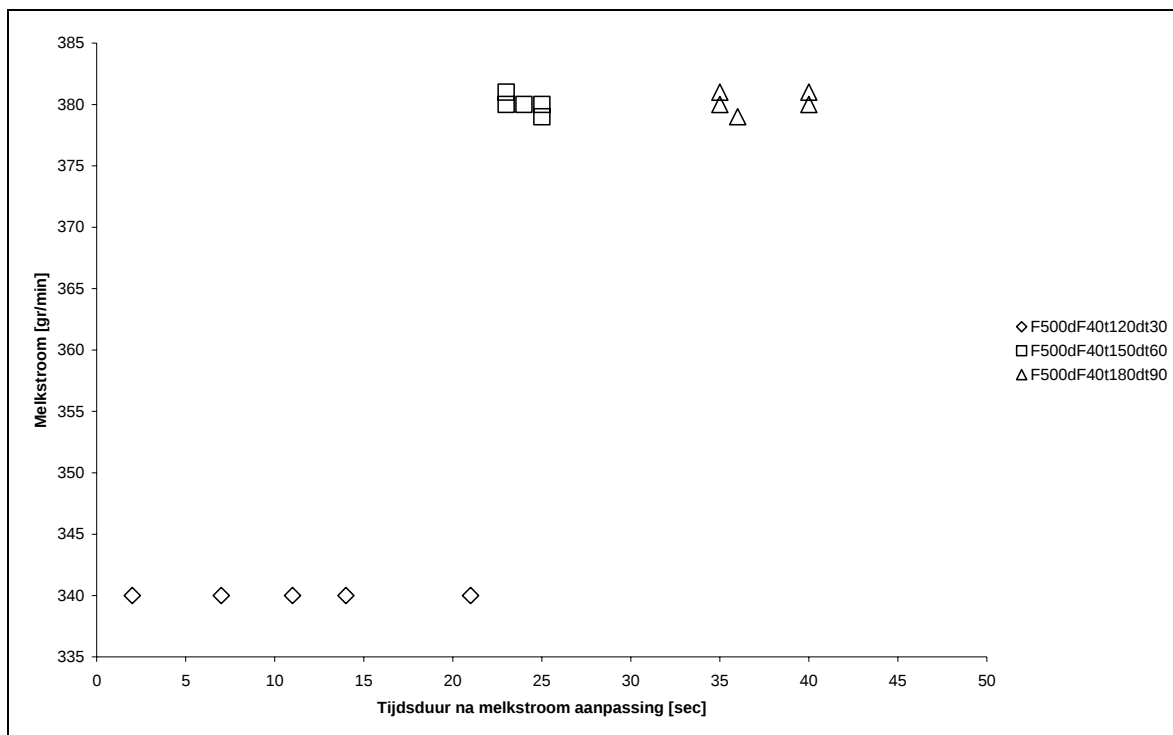


Op de volgende pagina's staan de metingen van de negen verschillende meetcessies uitgewerkt.

Meting I A**Figuur 24** WestfaliaSurge Metatronmeter (simulatiekarakteristiek F400dF40t120dt30)

In figuur 24 staan de meetgegevens van een bedrijf met een WestfaliaSurge Metatron melk. Bij deze metingen is de volgende simulatiekarakteristiek toegepast: F500dF040t120dt30. De metingen zijn uitgevoerd op de standen 4 tot en met 9 van de 12-stands melkstal. Afname vond plaats op een niveau van 340 gr/min. $\pm$ 40 gr.

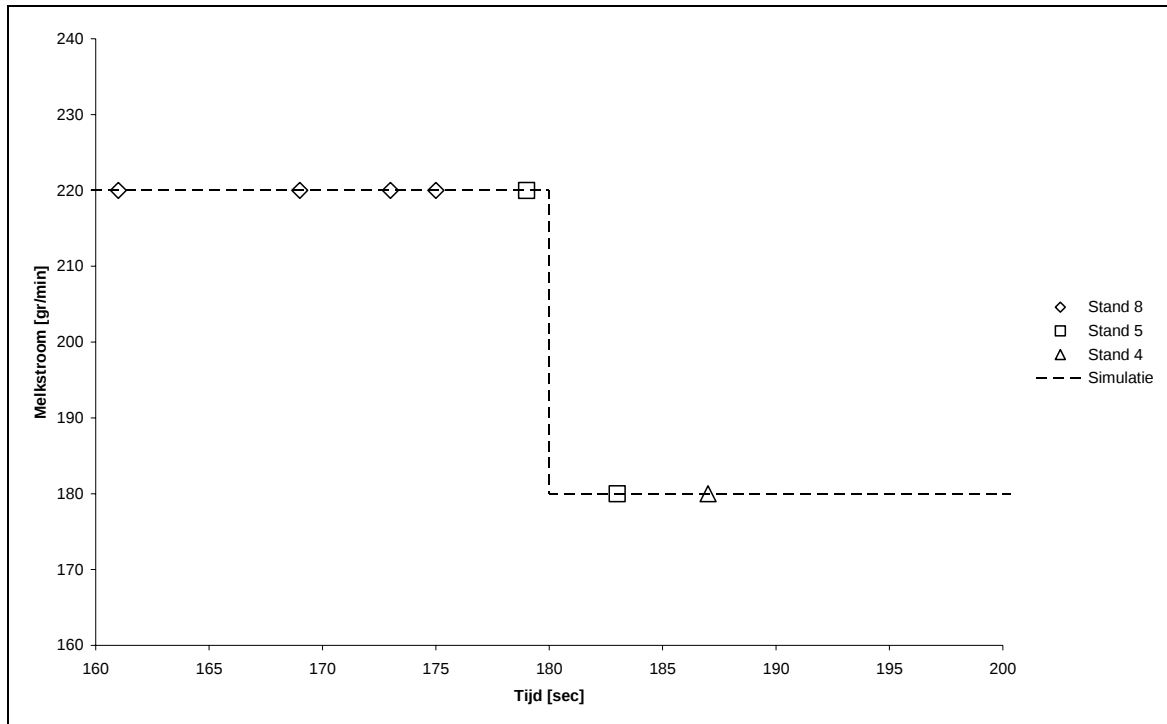
Meting I B

Figuur 25 WestfaliaSurge Metatronmeter 2^{de} meetdag (simulatie karakteristiek F500dF40txxxdtty)

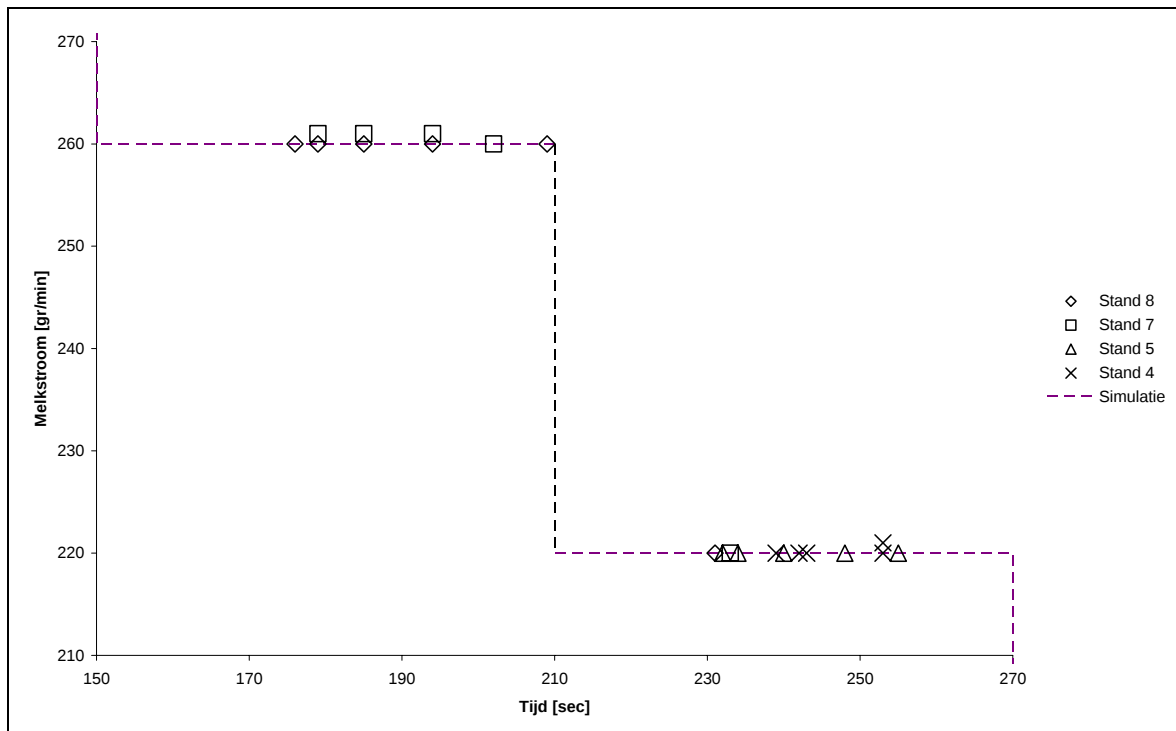
Op het bedrijf met de Westfalia Metatron melkmeter is ook een tweede dag gemeten. Hierbij werden de volgende simulatiekarakteristieken toegepast: F500dF040t120dt30, F500dF040t150dt60 en F500dF040t180dt90. Bij deze karakteristieken is het melkstroomverloop steeds identiek, echter de tijdbasis is anders. In figuur 25 staan de meetgegevens van een bedrijf met een WestfaliaSurge Metatron melkmeter die gemeten zijn op de tweede meetdag. Alle metingen zijn uitgevoerd op dezelfde stand. Uit de grafieken blijkt dat als men met een korte intervaltijd voor het veranderen van de melkstroom werkt, de afname plaatsvindt op een lager melkstroomniveau en bovendien valt op dat er een grotere spreiding is in de meetwaarden (vanuit de theorie is er geen verklaring voor deze grotere spreiding). De afname moet maximaal 35 seconden na het bereiken van de afnamegrens zijn.

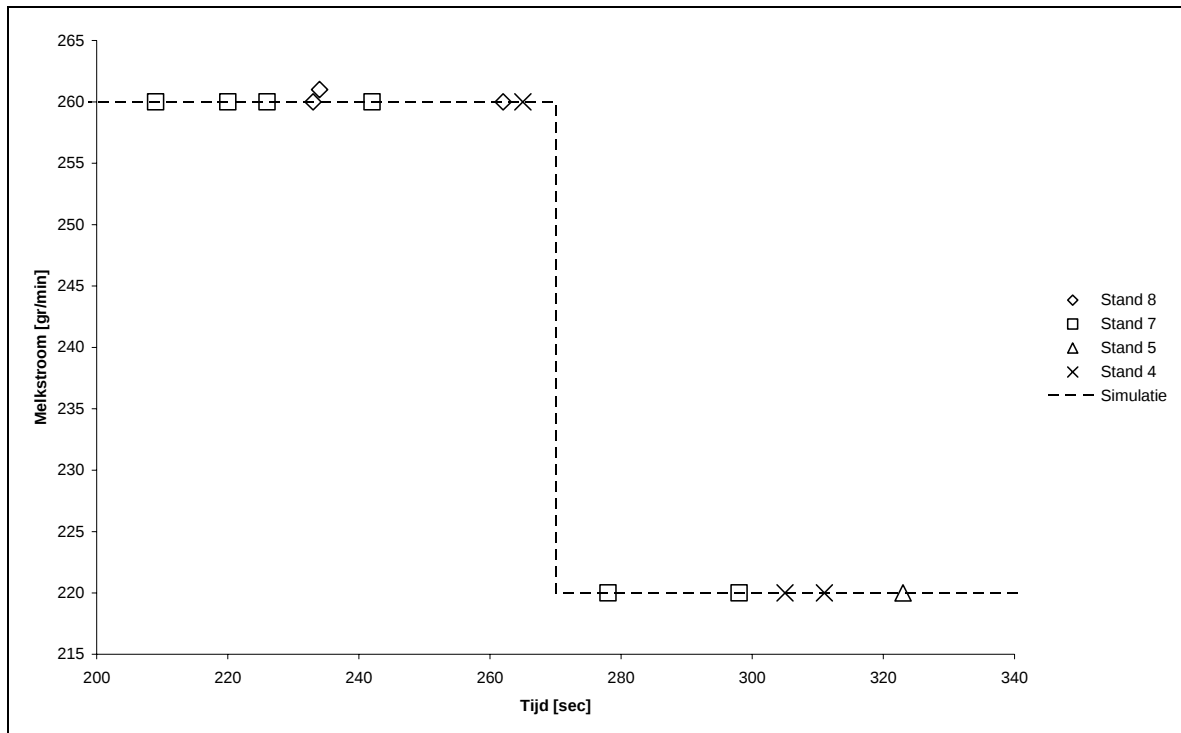
Meting II A

Figuur 26 DeLaval Flowmaster MM15 meter (simulatie karakteristiek F300dF040t120dt30)



Figuur 27 DeLaval Flowmaster MM15 meter (simulatie karakteristiek F300dF040t150dt60)



Figuur 28 DeLaval Flowmaster MM15 meter (simulatie karakteristiek F300dF040t180dt90)

In de figuren 26, 27 en 28 staan de meetgegevens van een DeLaval Flowmaster MM15 meter. De metingen zijn uitgevoerd op verschillende standen van de twaalf melkstanden en per stand zijn er verschillende metingen uitgevoerd. In de figuren staat het simulatiekarakteristiek weergegeven met daarbij de afnamemomenten voor de verschillende standen. De Flowmaster MM15 melkmeter werkt met meetvolumes die afhankelijk zijn van de melkstroom. Bij lage melkstromen wordt een klein meetvolume toegepast en bij hoge melkstromen een groot meetvolume. In totaal zijn er drie meetvolumesmogelijkheden, namelijk 90, 70 en 60 gram. De MM15 melkmeter maakt gebruik van de mogelijkheid om met behulp van de gewichtsmeting ook tussenliggende volumes te meten (< 60, 70 of 90 gram). De fabrikant maakt hier gebruik van. Uit de metingen komt dit echter niet naar voren, omdat de afname traag lijkt te reageren. Mogelijk dat de gewichtsmeting alleen wordt gebruikt voor het vaststellen van de productie en dat de afnamedetectie maakt van de vaste meetvolumes. Mocht dit inderdaad zo zijn, dan kan de verklaring voor de gevonden spreiding de volgende zijn. Vlak voor afname is er steeds sprake van een lage melksnelheid, dus wordt er gewerkt met een meetvolume van 60 gram. Bij een afnameniveau van 200 gr/min. betekent dit dat er een vertraging optreedt van minimaal $60 / 200 \times 60 = 18$ seconden. Deze minimale vertraging treedt op als vanaf het moment dat de meetkamer gelegeerd wordt de melkstroom volledig onder het afnameniveau blijft. Is dit niet zo, dan kan het maximaal nog eens 18 seconden extra duren voordat de daadwerkelijk afname plaatsvindt. Op de melkmeter kan men nog een additionele vertragingstijd instellen van 9 seconden.

Bij de metingen is gewerkt met de volgende simulatiekarakteristieken:

- F300dF040t120dt30: meetresultaten in figuur 26
- F300dF040t150dt60: meetresultaten in figuur 27
- F300dF040t180dt90: meetresultaten in figuur 28
- F500dF040t120dt60: 1 meting op stand 8 afname na 511 seconden bij een melkstroom van 220 gr/min.

Bij de F300dF040t120dt30 meting vindt afname plaats op een moment dat 11 tot 37 seconden na de 260 naar 220 gr/min. melkstroom overgang (een aantal metingen ligt na de 220 naar 180 gr/min. overgang).

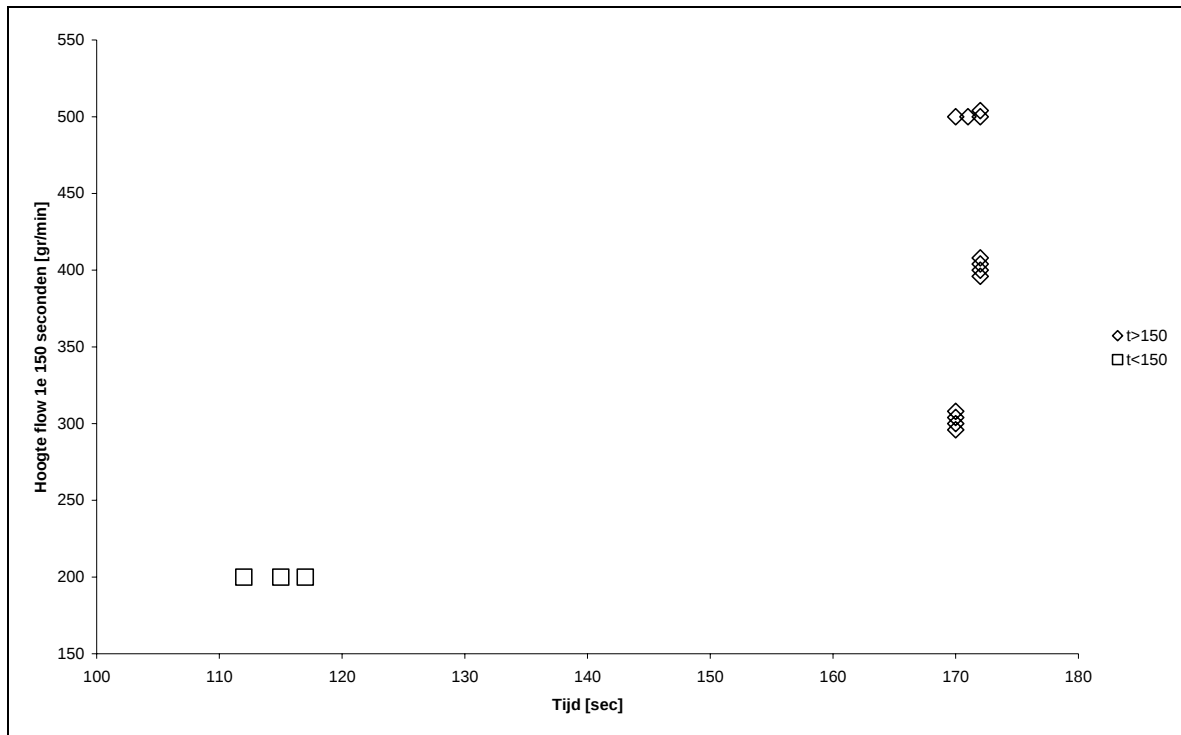
Bij de F300dF040t150dt60 meting vindt afname plaats op een moment dat 26 tot 105 seconden na de 300 naar 260 gr/min. melkstroom overgang (een aantal metingen ligt na de 260 naar 220 gr/min. overgang).

Bij de F300dF040t180dt90 meting vindt afname plaats op een moment dat 29 tot 143 seconden na de 300 naar 260 gr/min. melkstroom overgang (een aantal metingen ligt na de 260 naar 220 gr/min. overgang).

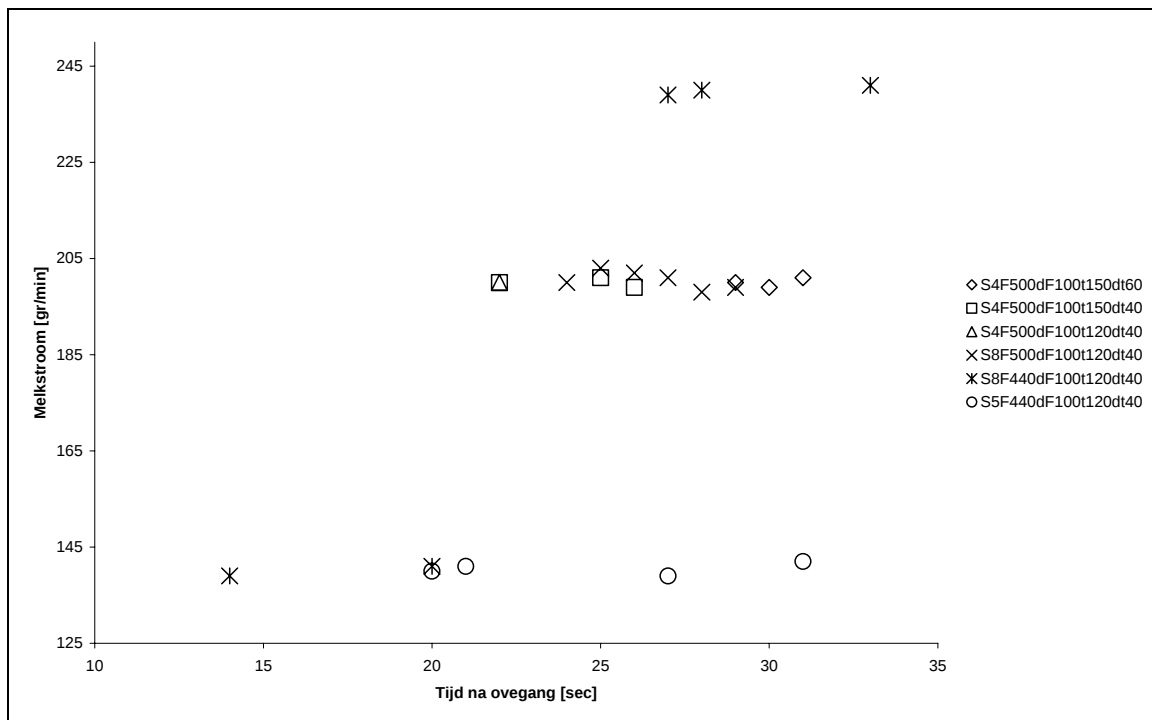
De F500dF040t120dt60 meting lag 34 seconden na de 300 naar 260 gr/min. melkstroom overgang.

Meting II B

Figuur 29 DeLaval Flowmaster MM15 meter 2^{de} meetdag (simulatie karakteristiek FxxxdFxxxt150)



Figuur 30 DeLaval Flowmaster MM15 meter, 2^{de} meetdag (simulatie karakteristiek FxxxdF100tyyydtzz)



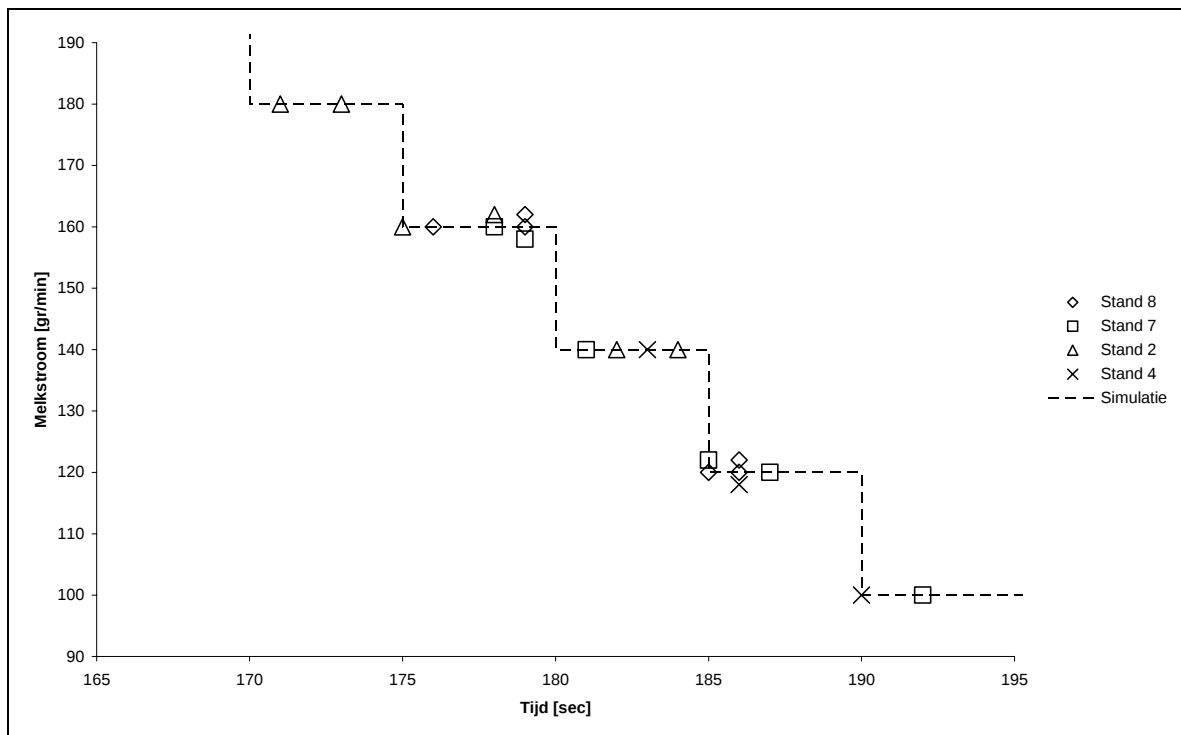
In de figuren 29 en 30 staan de meetgegevens van een DeLaval Flowmaster MM15 meter op de tweede meetdag. De metingen zijn uitgevoerd op verschillende standen van de 12 melkstanden en per stand zijn er verschillende metingen uitgevoerd. Bij de metingen in figuur 29 is er een Fxxxdt150 simulatiekarakteristiek gebruikt. Bij melkstroom van 500, 400 en 300 gr/min. gedurende de eerste 150 seconden vindt afname plaats 20 seconden na het stoppen van de melkstroom. Bij een melkstroom van 200 gr/min. is de afname direct nadat de overbruggingstijd verstreken is. Bij de metingen in figuur 30 zijn de volgende simulatiekarakteristieken toegepast:

F500dF100t150dt60
F500dF100t150dt40
F500dF100t120dt40
F440dF100t120dt40

Bij de F500dF100 karakteristieken vindt de afname steeds rond de 25 seconden na de 300 naar 200 gr/min. overgang plaats. Bij de F440dF100 karakteristiek vindt de afname rond de 30 seconden na de 340 naar 240 gr/min. overgang plaats, maar ook een aantal maal circa 15 seconden na de 240 naar 140 gr/min. overgang. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de vertraging op een niveau van ongeveer 240 gr/min. plaatsvindt. Hierdoor vindt bij de F440dF100 meting de afname soms op het 240 gr/min. niveau plaats en soms bij de volgende stap 140 gr/min.

Meting II C

Figuur 31 DeLaval Flowmaster MM15 meter 3^{de} meetdag (simulatie karakteristiek F380dF020t120dt05)



In figuur 31 staan de meetgegevens van een DeLaval Flowmaster MM15 meter op de derde meetdag. De metingen zijn uitgevoerd op de standen 4, 5 en 8 van de 12 melkstanden en per stand zijn verschillende metingen uitgevoerd. Bij de metingen in figuur 31 is de simulatiekarakteristiek F380dF020t120dt05 toegepast. Er werden melkstroomwaarden bij afname gevonden van tussen de 180 en 100 gr/min. Echter, als we rekening houden met een tijdvertraging van het systeem van tussen de 18 en 36 seconden, komen deze meetwaarden overeen met een afnameniveau van tussen de 260 en 180 gr/min.

Er zijn ook metingen op vier standen uitgevoerd met de simulatiekarakteristiek F500dF500t125. Hierbij vond er steeds afname plaats circa 22 seconden na het beëindigen van de melkstroom. Dit komt overeen met de meetwaarden die ook bij meting III gevonden zijn.

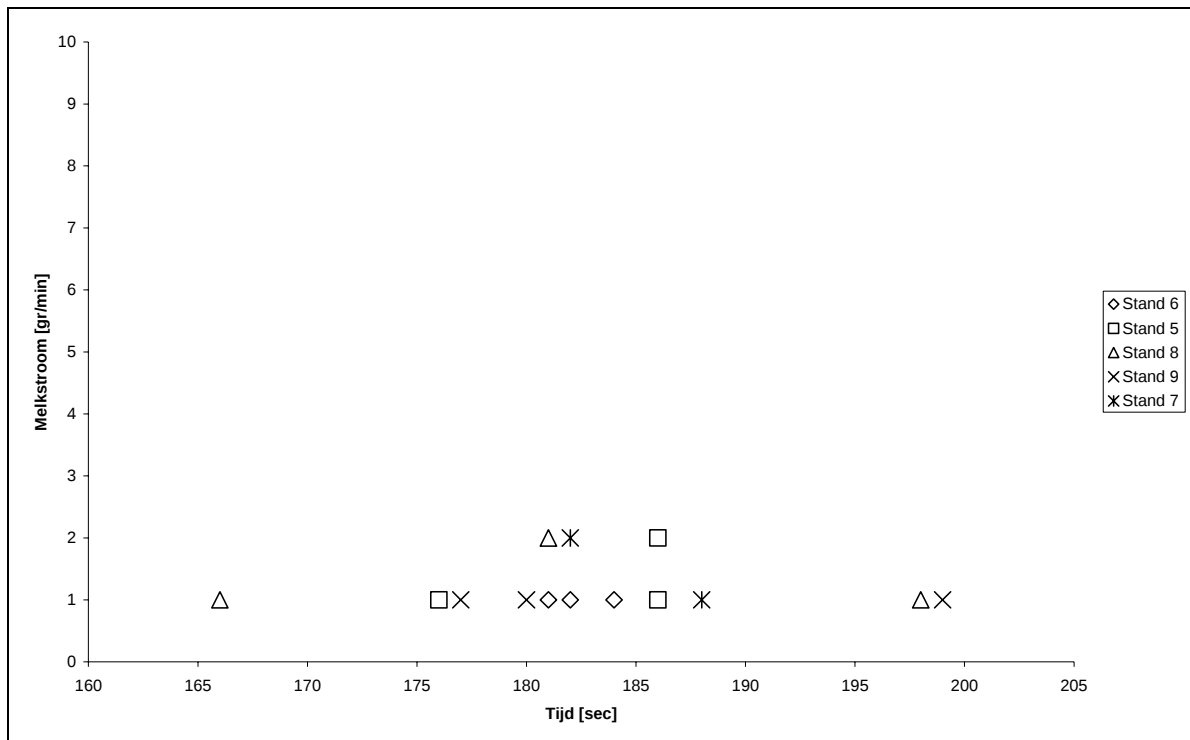
Algemene opmerkingen bij de metingen II A, B en C

Uit de verschillende meetsessies die op het bedrijf met de Flowmaster MM15 meter zijn uitgevoerd blijkt dat men de meting met verschillende meetkarakteristieken kan uitvoeren. Bij de analyse van de meetgegevens moeten we rekening houden met de tijdvertraging die door de meetmethode geïntroduceerd wordt en de spreiding die ontstaat doordat de stroom nadat deze onder de afnamegrens gezakt is nog niet direct volledig onder het afnameniveau hoeft te blijven. Hierdoor ontstaat een additionele afnametraject dat maximaal even groot kan zijn als de reeds genoemde tijdvertraging.

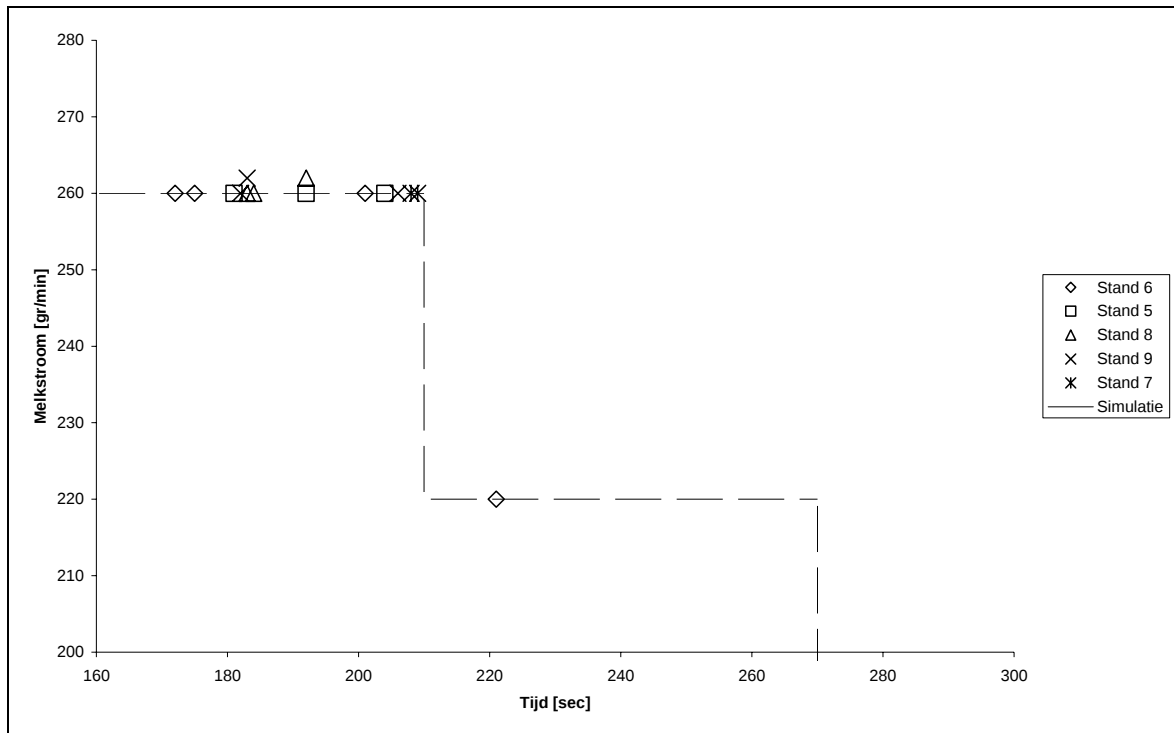
Op het bedrijf met de Flowmaster MM15 meter zijn meetwaarden voor het afnameniveau gevonden van 100 tot 260 gr/min. De instelling van de melkmeter was 200 gram/minuut. De karakteristiek waarmee de afnamegrens bepaald wordt, heeft invloed op de uitkomst van de meting. Bij een karakteristiek die snel afgebouwd wordt, vindt de afname over het algemeen bij een lagere melkstroom plaats dan bij een karakteristiek met een langzame afbouw. Dit kan verklaard worden doordat de melkstroom door de melkmeter wordt gemeten niet de momentane meetwaarde is, maar een meetwaarde een gemiddelde is over een interval. Bij melkmeters zoals de Flowmaster MM15 heeft het interval niet een vaste lengte, maar is afhankelijk van de melkstroom. Bij een hoge melkstroom zijn de meetkamer snel gevuld en het meetinterval kort; bij een lage melkstroom is het meetinterval langer omdat het langer duurt voordat de meetkamer gevuld is. Door te werken met verschillende meetvolumes wordt bij de Flowmaster MM15 hier enigszins voor gecompenseerd. Echter, bij een melkmeter met een meetkamer werkt de melkstroommeetmethode bij een lage melkstroom (bijvoorbeeld vlak voor afname) per definitie minder nauwkeurig dan bij hoge melkstromen.

Meting III

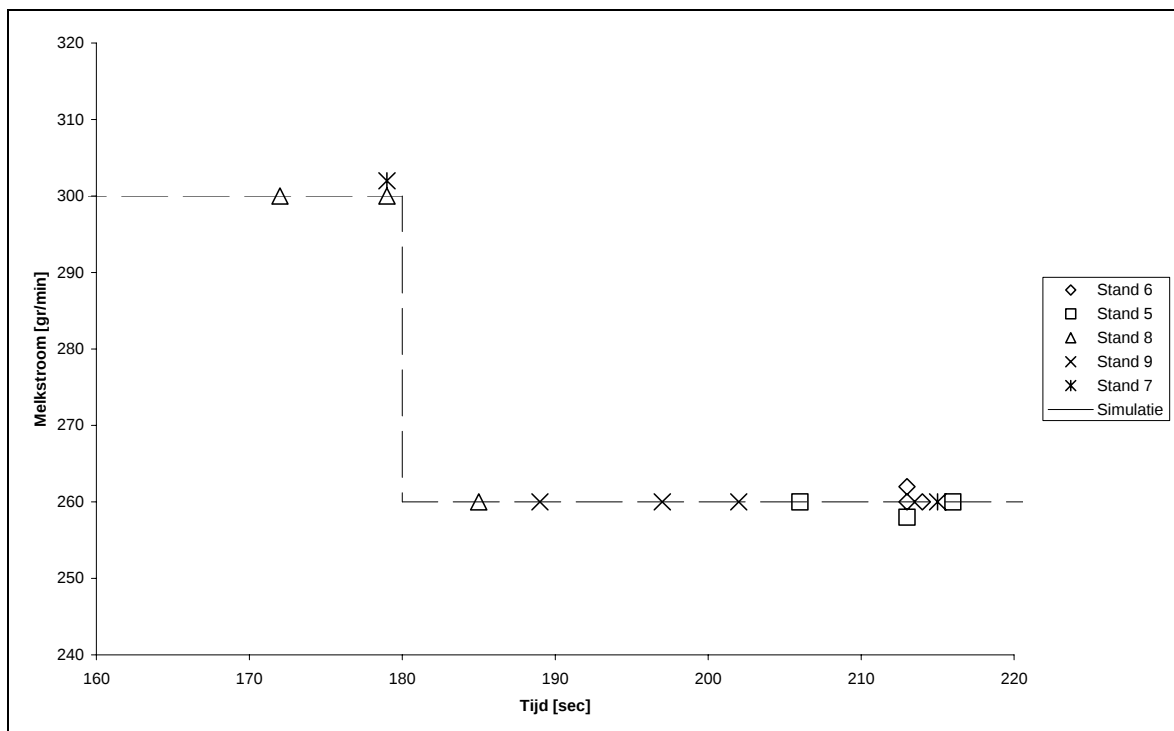
Figuur 32 Afikim meter (simulatie F500dF500t150)

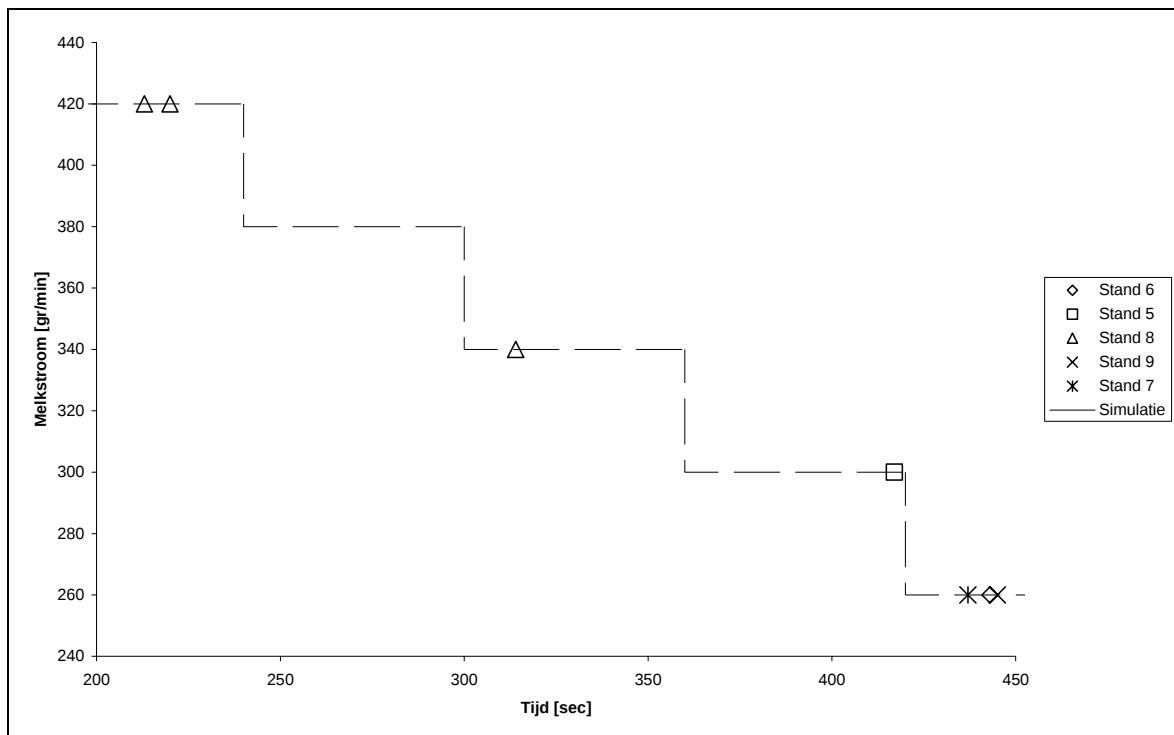


Figuur 33 Afikim meter (simulatie F300dF040t150dt60)



Figuur 34 Afikim meter (simulatie F300dF040t180dt90)



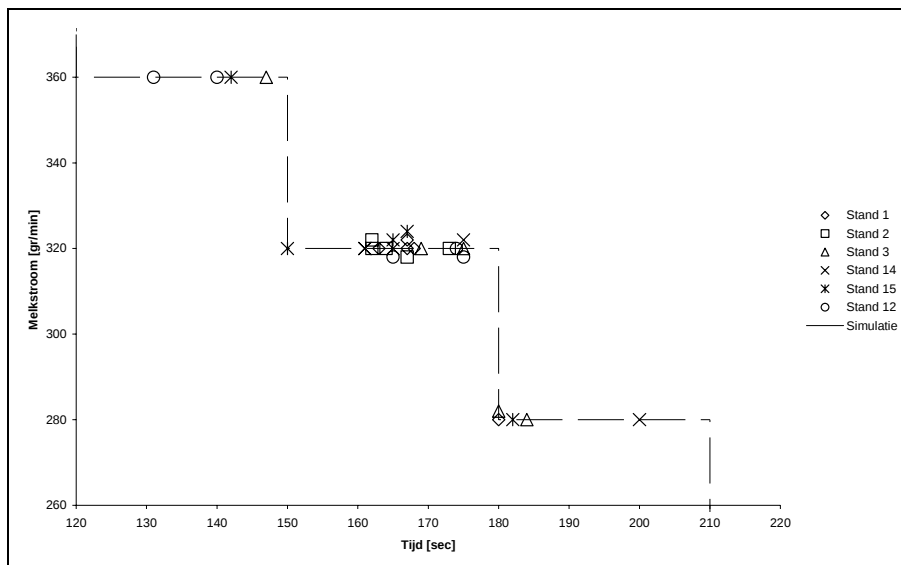
Figuur 35 Afikim meter (simulatie F500dF040t120dt40)

In de figuren 32 t/m 35 staan de meetgegevens van een bedrijf met een Afikim melkmeter, gemeten op 1 dag. Bij deze metingen zijn respectievelijk de volgende simulatiekarakteristieken toegepast: F500dF500t150, F300dF040t150dt60, F300dF040t180dt90 en F500dF040t120dt40. De metingen zijn uitgevoerd op verschillende standen van de melkstal. De F500dF500dt150 meting laat zien dat bij het ineens beëindigen van de melkstroom een afname plaatsvindt tussen de 16 en 49 seconden nadat de melkstroom gestopt is. Deze spreiding komt overeen met de spreiding die theoretisch verklaard kan worden (zie paragraaf 4.3).

Uit de figuren 33 t/m 35 concluderen we dat de Afikim melkmeter over het algemeen afneemt op een niveau van 300 – 260 gr/min. Er is geen verklaring gevonden voor het vroegtijdig afnemen dat plaatsvindt op stand 8 gedurende de meting die in figuur 35 is weergegeven. Mogelijk dat hier niet de juiste hoeveelheid zout aan de testvloeistof is toegevoegd.

Meting IV

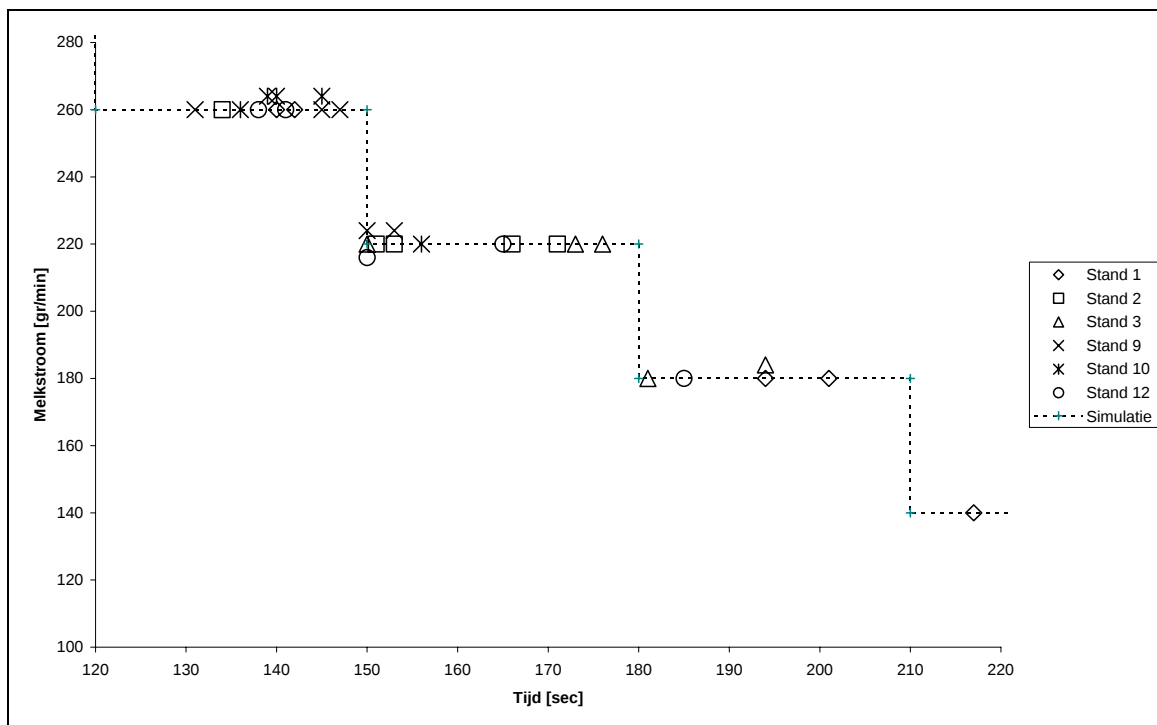
Figuur 36 Gascoigne Melotte MR2000 meter (simulatie karakteristiek F400dF040t120dt40)



Figuur 36 toont de meetgegevens van een bedrijf met een Gascoigne Melotte MR2000 melkmeter. Hier is de volgende simulatiekarakteristiek toegepast: F400dF040t120dt40. De metingen zijn uitgevoerd op de standen 1, 2, 3, 12, 14 en 15 van de 16-stands melkstal. Afname vond plaats op een niveau van 320 gr/min. $\pm$ 40 gr.

Meting V

Figuur 37 Meetgegevens Miele afneemindicator (simulatie karakteristiek F300dF040t120dt40)

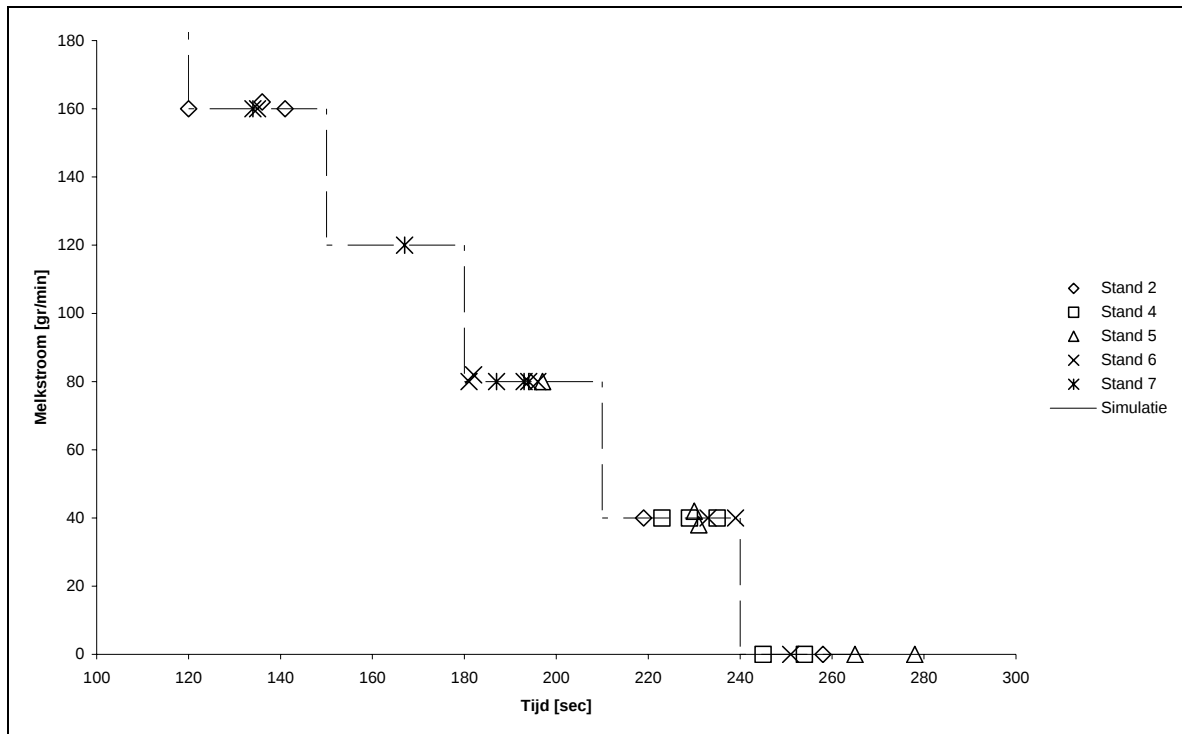


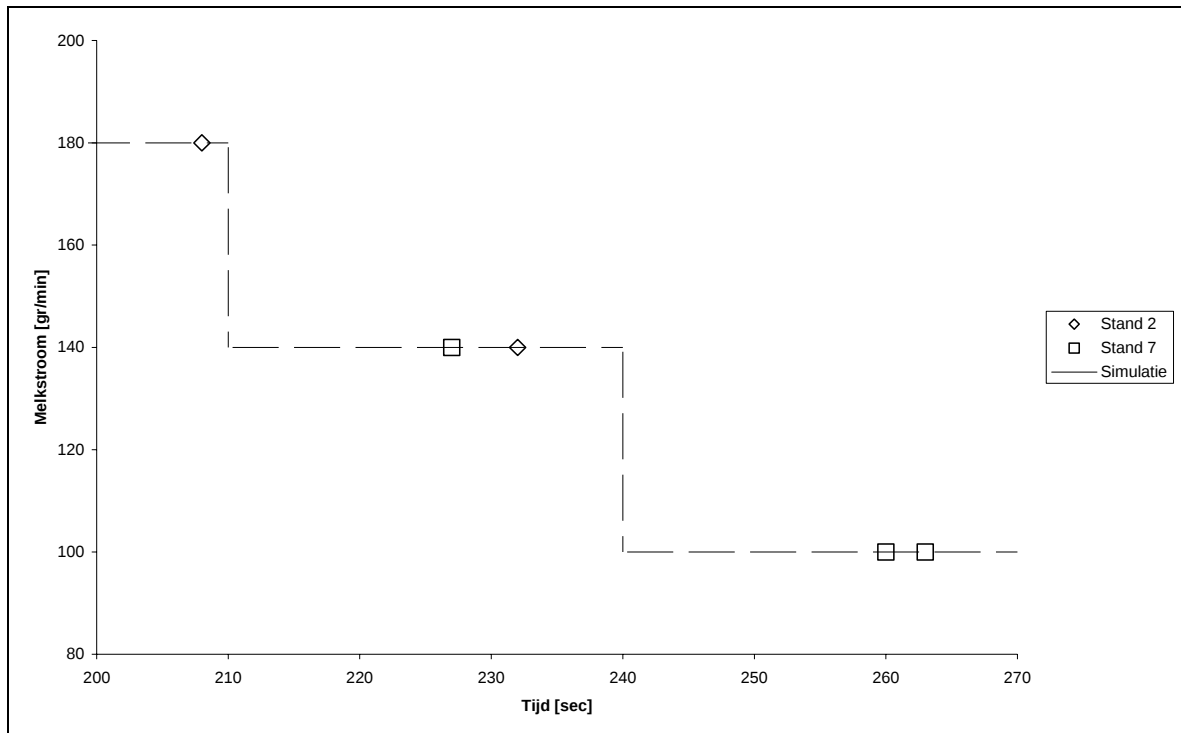
In figuur 37 staan de meetgegevens van een Miele doorstroommeter. De metingen zijn uitgevoerd op zes van de 12 melkstanden en per stand zijn vijf metingen uitgevoerd. Afname trad op bij vloeistofstromen van 120 gr/min. tot 260 gr/min. met een tijdsverschil tussen de snelste en de traagste afname van 86 seconden. Bij deze waarden is de verandering van de vloeistofstroom door de afnamevertraging buiten beschouwing gelaten.

Binnen standen is er een grote spreiding in meetwaarden. Op dit bedrijf is een hoogliggende melkafvoerleiding. De doorstroommeter is op deze leiding gemonteerd. Een en ander houdt in dat al de melk moet worden opgevoerd. Dit opvoeren van de melk kan een mogelijke verklaring zijn voor de spreiding in het afnamesignaal.

Meting VI

Figuur 38 WestfaliaSurge OMNI afneemindicator (simulatie karakteristiek F200dF40t120dt30)



Figuur 39 WestfaliaSurge OMNI afneemindicator (simulatie karakteristiek F300dF40t120dt30)

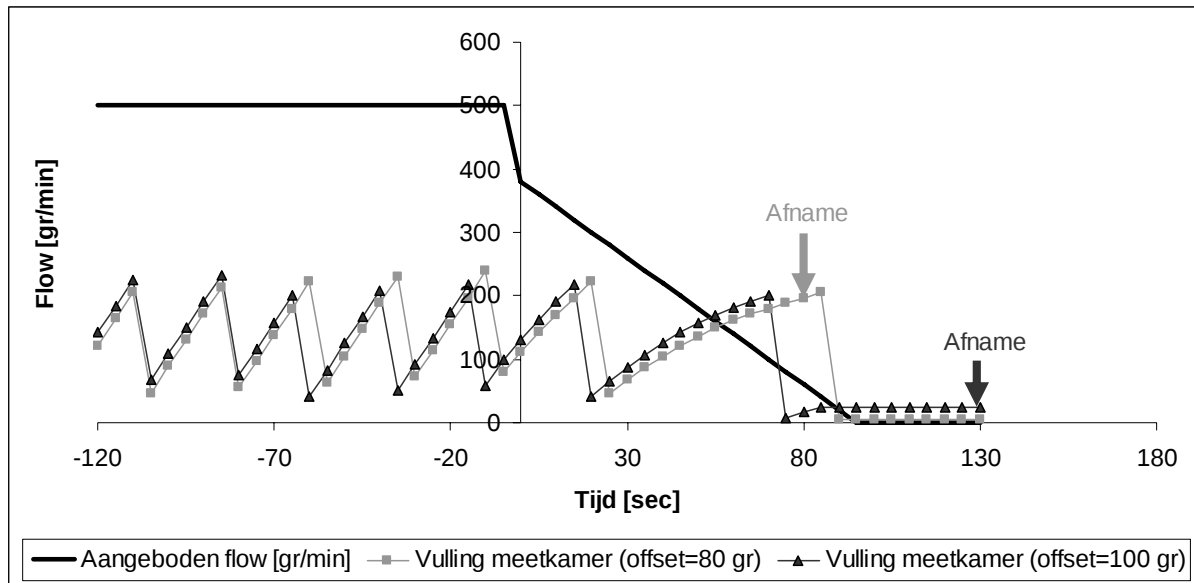
In de figuren 38 en 39 staan de meetgegevens van een bedrijf met een WestfaliaSurge OMNI afneemindicator. Bij deze metingen zijn respectievelijk de volgende simulatiekarakteristieken toegepast: F200dF040t120dt30 en F300dF040t120dt30. De metingen zijn uitgevoerd op verschillende standen van de melkstal. Beide meetsessies laten een grote spreiding in meetwaarden zien en met name uit de eerste meetsessie blijkt dat er in sommige gevallen erg laat wordt afgenomen.

4.3 Variatiebronnen

Er zijn verschillende bronnen voor de gevonden variatie in de afname.

- De staat van de melkmeter: onderhoud en reiniging (vervulde elektroden, dichtzittende luchtgaatjes, lekkende rubbers).
- De vertraging van het doorkomen van de melkstroom uit de simulator bij de meter, afhankelijk van de lengte van de melkslang, maar vooral ook van opvoerhoogte.
- De onregelmatige melkstromen (kolomvorming) die de melkmeter binnenkomen door bijvoorbeeld opvoerhoogte van de melk.
- Instellingen van de melkmeter: afnamegrens en vertragingstijd en herhaling van de vertragingstijd.
- Constructie van de melkmeter: grootte van de meetkamer.
- De vulling van de kamer ten opzichte van de tijd in de meting.
- Door toepassing van onjuiste kalibratiewaarden.
- Verschil tussen de genoemde instelling en de daadwerkelijke afnameflow (software/hardware).

De mate van vulling van de meetkamer op het moment dat de flow onder de afnamegrens komt, kan een grote variatie geven.

Figuur 40 Voorbeeld van de invloed van vullinggraad van een melkmeter met meetkamer op het afnamemoment

In figuur 40 staan twee meetkamervullingkarakteristieken van een melkmeter met een meetkamer met een inhoud van 200 gr. De vullingkarakteristieken gaan uit een verschillende offset bij het begin van de meting. Deze verschillen in offset leiden uiteindelijk tot een verschil in afnamemoment van 50 seconden.

4.4 Algemene discussie over de uitgevoerde metingen

Van de mogelijkheid om met de plunjerpomp verschillende afnamegrenzen te kunnen evalueren door een ander programma op de aandrijving te selecteren, wordt veelvuldig gebruik van gemaakt. Deze mogelijkheid moet ook geïntegreerd zijn in de systemen die servicemonteurs gebruiken om de afnamegrenzen te evalueren. Tijdens de praktische proeven zijn verschillende karakteristieken toegepast om de afnamegrenzen te evalueren. Hierbij werden verschillende simulatiekarakteristieken toegepast. Een simulatiekarakteristiek wordt gekarakteriseerd door drie parameters: de hoogte van vloeistofstroom bij aanvang van de meting, de stapgrootte vloeistofstroomaanpassing en de duur van een stap.

Uit de praktische metingen leren we dat als de melkstrooosimulatie gestart wordt (nadat het melkproces op de melkstand gestart is), gedurende een deel van de overbruggingstijd (bijvoorbeeld 120 seconden) het best een zo hoog mogelijke vloeistofstroom gegenereerd kan worden. Door deze hoge vloeistofstroom start de melkmeting en vindt er geen afname plaats direct nadat de overbruggingstijd verstreken is. Na de vloeistofstroom die bedoeld is om de melkmeter te starten, wordt de vloeistofstroom ingesteld op de aanvangsstroom. Voor deze aanvangsstroom kan men het best 60 gram/min. boven de verwachte afnamegrens kiezen. De stapgrootte waarmee de vloeistofstroom steeds wordt aangepast, kan 40 gr/min. zijn. Op deze manier kan men het afnameniveau redelijk nauwkeurig bepalen en de meting binnen een acceptabele tijd uitvoeren. De duur van een stap kan het best 60 seconden zijn. De ervaring heeft geleerd dat als men met een kortere interval werkt, er een grotere spreiding in de meetwaarden kan ontstaan. Bovendien is het door de afnamevertraging en de vertraging van de afnamedetectie mogelijk dat de vloeistofstroom sneller afneemt dan de totale vertragingstijd van de afnamemeting. De meting dient men op iedere stand van de melkstal eenmaal uit te voeren. De meting kan men normaal in 10 minuten uitvoeren op de manier zoals de afnamedetectie ook tijdens normale melkingen wordt toegepast. Dit betekent dat er **geen** aanpassing van afneemdectorparameters plaatsvindt, waardoor de doorlooptijd van metingen bijvoorbeeld verkort kunnen worden.

Bij de beoordeling van de meetresultaten wordt voorgesteld als volgt te werk te gaan:

GROEN (goedgekeurd)

Afnameniveau $\leq$ ingestelde afname vloeistofstroom $\pm$ 40 gr/min.

ORANJE (goedgekeurd, maar er is een afwijking geconstateerd)

Afnameniveau $\leq$ ingestelde afname vloeistofstroom $\pm$ 60 gr/min.

ROOD (afgekeurd)

Afnameniveau $\geq$ ingestelde afname vloeistofstroom ± 60 gr/min.

Bij ORANJE en ROOD is het advies de afneemdector te controleren en de meting vervolgens te herhalen. Blijft de conclusie ROOD, dan is het advies de betreffende detector bij te stellen of in het uiterste geval te vervangen.

De tijd tussen een stapaanpassing en het moment van het opteren van het afnamesignaal geeft een indicatie over de duur van de afnamevertraging. Deze kan niet exact bepaald worden in verband met de spreiding die vaak ontstaat door de meetmethodiek van de afneemdector en de spreiding die ontstaat door pulsatie en kolomvorming.

Opmerking met betrekking tot de afneemapparatuur die in het onderzoek onderzocht is:

De verwachting is dat als deze afneemapparatuur wordt getest conform de hierboven beschreven methode (niet alle apparatuur is op deze manier getest) de meeste apparaten in de categorieën GROEN of ORANJE vallen.

Een aantal apparaten vallen echter naar verwachting in de categorie ROOD.

Moment van afsluiten vacuüm

Het is belangrijk dat voordat de afname geactiveerd wordt, het vacuüm van het melkstel is. In het onderzoek is dit niet meegenomen. Het apparaat kan echter uitgebreid worden met een vacuümsensor die in de transportleiding naar de lange melkslang is geïntegreerd. De werkwijze is dan als volgt:

De pompunit maakt hierbij gebruik van één digitale input (geactiveerd door onderhoudsmonteur of een contact dat parallel is geschakeld aan het afneemcilindersignaal) en één analoge input met een vacuümsensor.

Juiste werking:

1^e Vacuüm afgesloten

2^e Activering van de afname

Onjuiste werking:

1^e Activering van de afname

2^e Vacuüm afgesloten

Visuele controle is ook mogelijk: indien het vacuüm niet of te laat wordt afgesloten (of het luchtgaatje op de klauw zit dicht) worden (als de afneemcilinder wordt geactiveerd), de tepelbekers met kracht van de spenen getrokken. Is het vacuüm in de klauw al tot vrijwel nul gedaald, dan glijden de tepelbekers van de spenen.

Spiegelen van de methode aan de vooraf geformuleerde eisen

In deze paragraaf gaan we na of de apparatuur voldoet aan de gestelde eisen.

- De methodiek moet melkmachineonafhankelijk kunnen worden toegepast:
De methode van meting kan men in principe onafhankelijk van het type afneemdector toepassen in combinatie met een afneemsensor en bij afname aan de hand van melkmeting. Voor de interpretatie van de meetresultaten is het wenselijk kennis te hebben van de methode van afnamedetectie die in de te testen apparatuur wordt toegepast. Afnamevertraging en methode van meting kunnen invloed hebben op de uitkomst van de meting. Om deze invloed te elimineren kan men een iets andere simulatiekarakteristiek moeten toepassen bij bepaalde methoden van afnamedetectie.
- Het apparaat is eenvoudig te transporteren, kan meegenomen worden in de servicebus van een monteur en is gemakkelijk van melkplaats naar melkplaats te verplaatsen:
- De apparatuur is mobiel en / of draagbaar en kan worden toegepast in alle soorten melkstallen en automatische melksystemen:
- Het apparaat wordt bij voorkeur van energie voorzien door oplaadbare batterijen, met in ieder geval voldoende capaciteit om gedurende 1 werkdag met het apparaat te kunnen werken : Het apparaat wordt van energie voorzien met behulp van een netsnoer. Dit hoeft geen belemmering te zijn; het is wel noodzakelijk zorgvuldig te werken om te voorkomen dat spanningsvoerende delen in aanraking komen met water.

- De buitenzijde van het apparaat kan men eenvoudig reinigen en delen van het apparaat die in aanraking kunnen komen met het melkvoerend deel van de melkinstallatie kan men ontsmetten : Het apparaat voldoet aan IP65-eisen en kan aan de buitenzijde gereinigd worden met een vochtige doek. Het melkvoerend deel kan eenvoudig gespoeld worden met water (eventueel voorzien van reinigingsmiddel).
- De voorbereidingen voor de metingen zijn minimaal (maximale voorbereidingstijd eenmalig 15 minuten voor de hele melkstal) : Er zijn nauwelijks voorbereidingen nodig. Men plaatst het apparaat in de melkstal, bereid de toe te passen kalibratievloeistof voor en sluit het apparaat via een pijpje met een luchtinlaat aan op de lange melkslang. De voorbereidingen kunnen in 10 minuten gemakkelijk gerealiseerd zijn.
- De testen kan men in korte tijd uitvoeren (bijvoorbeeld maximaal 15 minuten per melkstand) : De metingen kunnen in 10 minuten uitgevoerd worden.
- Voor de meting zijn naast het apparaat minimale middelen nodig (bijvoorbeeld alleen water en zuur of zout) : Bij de meting zijn de volgende attributen noodzakelijk: kalibratievloeistof, aansluitslangen, een emmer en een pijpje met een luchtinlaat.
- Met het apparaat kan men verschillende melkstromen simuleren : In het apparaat kunnen vier verschillende melkstroosimulatiekarakteristieken geprogrammeerd worden.

De bediening van het apparaat moet eenvoudig zijn.

- Het apparaat levert eenduidige meetresultaten op : Het apparaat kan men zodanig programmeren dat na de meting de vast te stellen informatie op het display weergegeven wordt.
- In het ontwerp van het apparaat wordt rekening gehouden met een vaste overbruggingstijd van 2 minuten : Gedurende deze tijd vindt er geen afname plaats en de eigenlijke test begint nadat deze tijd verstreken is.
- De afnamegrens is instelbaar tussen de 100 en 400 gr/min. in stappen van bijvoorbeeld 40 gr/min.
- De werkelijke melkstroom mag een afwijking hebben ten opzichte van de ingestelde melkstroom van maximaal 2% van het maximaal instelbare afnameniveau (2% van 400 gr/min. = 10 gr/min.): Uit de controle metingen is naar voren gekomen dat het apparaat aan deze eisen voldoet.
- Het vacuümbereik waarbinnen het apparaat nauwkeurig functioneert loopt van 35 tot 45 kPa : Uit de metingen is gebleken dat het vacuümniveau geen enkele invloed heeft op het meetresultaat.
- Bij voorkeur dient er geen beïnvloeding van de melkstroom te zijn door het vacuümniveau. Mocht dit wel zo zijn, dan wordt hiervoor gecorrigeerd waardoor men toch de noodzakelijke meetnauwkeurigheid krijgt : Uit de metingen is gebleken dat het vacuümniveau geen enkele invloed heeft op het meetresultaat.
- Via het apparaat mag er geen extra (lek)lucht ingelaten worden (tenzij dit nodig is omdat de delen van het melkstel die zijn voorzien van de beluchtinggaatjes worden verwijderd om de test uit te kunnen voeren) : In het apparaat wordt geen lucht ingelaten. Men moet bij de metingen ervoor zorgen dat de aanvoerslang volledig gevuld is en geen lucht aangezogen kan worden. De slangen dienen lekvrij aangesloten te zijn op de slangpilaren van de pomp.
- Men moet het apparaat eenvoudig kunnen kalibreren : Tijdens het onderzoek is de conversie karakteristiek vloeistofstroom = f(omwentelingssnelheid pompunit) eenmalig vastgesteld. Het afnamepatroon van de pompunit is vervolgens regelmatig gecontroleerd. Hierbij zijn geen afwijkingen naar voren gekomen. Op grond hiervan concluderen we dat ijking eens per jaar voldoende is. Het is echter raadzaam dat een onderhoudsmonteur regelmatig een controle uitvoert.
- Bij voorkeur kan het apparaat toegepast worden zonder het demonteren van de melkstellen : Het apparaat kan men het best direct aansluiten op de lange melkslang. Verwijder daarom het melkstel.

5 Conclusies

- Het moment van afname van het melkstel door automatische afneemapparatuur kan worden gemeten door de ontwikkelde meetapparatuur. Deze meetmethodiek is onafhankelijk van merk en instellingen van de melkinstallatie zoals vooral het vacuümniveau. Het apparaat voldoet aan de gestelde eisen met betrekking tot inpasbaarheid, reinigbaarheid, nauwkeurigheid, flexibiliteit, bedieningsgemak en duurzaamheid.
- Aanbevolen wordt om het afnamemoment te meten na installatie, om de 2 jaar bij het preventief onderhoud en bij problemen.
- Variatie in afnamemoment tussen melkstanden wordt deels veroorzaakt door de meettechniek van de meter en de instellingen, maar ook door achterstand in onderhoud en onvoldoende (zuur)reiniging.
- Bij afname door een voor de MPR goedgekeurde melkmeter moet de periodieke keuring van de melkmeter goed zijn voordat de afname wordt gecontroleerd. Zorg ervoor dat de test van de afname alleen plaatsvindt als de melkmeter goed is gereinigd.
- De afname in Nederland, aangestuurd door melkmeters met buffer en ingeschakelde vertragingstijd, is vaak later dan de ingestelde 200 gram/min.
- Automatische afname door melkmeters met buffer werkt minder nauwkeurig dan aansturing door continue melkmeters of afneemindicatoren. Bij melkmeters met buffer kan men de vertragingstijd op 0 seconden instellen.
- In het algemeen kunnen we stellen dat melkmeters niet ontwikkeld zijn om het afnamemoment nauwkeurig vast te stellen. De melkstroømmeting is op het moment vlak voor afname relatief gezien onnauwkeurig en hierdoor kan een behoorlijke spreiding ontstaan in het afnamemoment.
- Aansturing van de afname door een voor dat doel geïnstalleerde sensor verdient om de twee bovenstaande redenen de voorkeur.
- Omdat de melkstroom per definitie een discontinu proces is (discontinuïteit veroorzaakt door pulsatie en kolomvorming in de lange melkslang), is een melkstroømmeting altijd een middeling over een bepaald tijdsinterval om een meer stabiel meetsignaal te verkrijgen. Hierdoor is er per definitie altijd sprake van enige vertraging van het meetsignaal.

Praktijktoeepassing

Er is een methodiek ontwikkeld om de daadwerkelijke afnamegrens te bepalen van automatische afneemapparatuur in de praktijk. De merk onafhankelijke methodiek kan bijvoorbeeld bij installatie of indien daar aanleiding toe is tijdens het jaarlijkse Meet- en Advies Rapport worden toegepast.

Hierdoor krijgt de veehouder inzicht in de gehanteerde afnamegrenzen van zijn apparatuur en kunnen afwijkingen worden opgespoord. De afwijkingen kunnen een te lage of te hoge instelling zijn, maar ook een onjuist werkende afname.

Het apparaat is in de huidige vorm toe te passen in de praktijk. Het apparaat kan nog uitgebreid worden met een vacuümsensor, waardoor het mogelijk is de afnamesequentie vast te stellen (afsluiten vacuüm en activeren afname versus activeren afname, afsluiten vacuüm).

Bij de meting moet de melkapparatuur in de juiste conditie zijn; daarom is het raadzaam de meting uit te voeren nadat een meet- en advies rapport is opgesteld. De meting kan men eventueel gecombineerd uitvoeren met de controle van de melkmeting.

De meting dient vanzelfsprekend te worden uitgevoerd met controlevloeistof met de juiste samenstelling. Bij de meting is het van belang dat de aanvoerleiding (lange melkslang) naar de afneemsensor of melkmeter zo vlak mogelijk ligt om het optreden van kolomvorming in de melkslang zo veel mogelijk te voorkomen. Deze kolomvorming door opvoerhoogte is in de praktijk wel aanwezig, maar geeft een grote variatie die de uitkomsten van de afnamegrensmeting meer variabel maakt.

Het advies aan de Stichting KOM is om de controle van het juiste afneemmoment toe te voegen aan het reguliere Meet- en AdviesRapport. In eerste instantie wordt gedacht aan toepassing bij de meting direct na installatie en om de 2 jaar bij de reguliere onderhoudsbeurt. Met de verzamelde gegevens kan men een gegronde uitspraak doen over de gewenste controlefrequentie van afneemapparatuur. Dit kan ook afhankelijk zijn van het type afneemapparatuur en de toegepaste aansturing ervan.

De Stichting KOM kan de programmering en kalibratie van het apparaat uitvoeren. Het apparaat kan tijdens metingen stand alone functioneren, dus er is geen additionele apparatuur (zoals een PC) nodig om de metingen uit te voeren.

In de jaarlijkse bijscholing van monteurs wordt aan de afname en de meting ervan aandacht besteed.

Bij de interpretatie van de meetgegevens is het verstandig de toegepaste meettechniek in de evaluatie mee te nemen. Bij bedrijven die werken met een melkmeter met een meetkamer kunnen we er bijvoorbeeld vanuit gaan dat we te maken hebben met een methode die over het algemeen trager functioneert dan bijvoorbeeld een afneemindicator. Men moet bij het toepassen van een vertragingstijd zich steeds afvragen of dit noodzakelijk is, omdat er anders een aanzienlijke kans is dat bij een aantal koeien restmelk blijft zitten of dat de extra vertraging in (bijna) alle gevallen een extra melktijd betekent van soms enkele tientallen seconden per koe.

Aanbevelingen aan de veehouder

De veehouder kan op een aantal punten invloed en controle uitoefenen op de werking van de automatische afneemapparatuur.

Reiniging en onderhoud

Regelmatig onderhoud en juiste (zuur)reiniging is nodig om de werking te garanderen van automatische afneemapparatuur.

Luchtgaatjes

Zorg ervoor dat eventuele luchtgaatjes van de meter en van de klauw open zijn.

Vertragingstijd

Zet de vertragingstijd op 0 seconden bij gebruik van een melkmeter met een meetkamer. De eventuele dips in de melkstroom worden voldoende gebufferd door de inhoud van de kamer. Zet de vertragingstijd bij andere typen afneemapparatuur op 5 seconden en laat deze eenmalig toepassen. Bij een vlotte melkstroomafname van een

koe bij een systeem met een lange reactietijd, wordt er toch blind gemolken. Vandaar ook een voorkeur voor een afneemindicator.

Instelling

Let erop dat de juiste instelling voor de afnamegrens wordt gehanteerd. Bij tweemaal daags melken in de huidige Nederlandse situatie is:

- o < 200 te laat
- o 200-350 laat
- o 350-450 optimaal
- o 450-600 vlot
- o >600 te vlot

Wij adviseren op basis van (buitenlands) onderzoek bij een gemiddelde veestapel een afnamegrens van 400 gram te hanteren. Natuurlijk moet men slecht uitmelkende koeien hierbij in de gaten houden.

Voorbehandeling

Bij een goede voorbehandeling zal ook het uitmelken vlotter gaan. Bij een melkstroomprofiel met een directe daling van de melkstroom zonder 'zwabberen' rond de afnamegrens wordt vlotter afgenomen.

Melkstel recht onder de koe

Zorg er voor dat het melkstel goed recht onder de koe hangt om zo vierkant goed te kunnen uitmelken.

Vacuüm

Men moet het vacuüm van de klauw verwijderen voordat het melkstel van de koe wordt verwijderd. Dit is op het oog zichtbaar.

Controle afnametijd

De juistheid van de instelling is zelf grof te controleren. Vaak is met enige inspanning te zien in de klauw of er nog melkstroom aanwezig is. Ook de speenconditie direct na het melken (gezwollen of blauwe spenen) kan een teken zijn van te laat afgenomen melkstellen. Lastige koeien aan het einde van het melken kunnen ook een indicatie voor te laat afgenomen melkstellen zijn. Aan de andere kant kan het niet goed 'uit' zijn (meer dan 500 ml direct uit te melken melk na afname) een te vroege afname betekenen.

Laat na installatie het afnamemoment controleren door de dealer. Daarnaast is de aanbeveling de test elke 2 jaar te laten uitvoeren door de dealer tijdens de jaarlijkse Meet- en AdviesRapportage en bij gesignaleerde problemen.

Nieuwe installaties

Bij installatie van nieuwe apparatuur is de keuze voor automatische afname aan te raden, zeker in melkstallen groter dan 10 melkstanden. Hou bij de keuze voor het type aansturing van de automatische afname rekening met de nauwkeurigheid van de meting. Een melkmeter die werkt met een (grote) meetkamer zal tijdens de meting van het afnamemoment door die buffer onnauwkeuriger zijn dan een continue melkmeting of een afneemindicator.

Bijlage 1 Metingen instellingen

Meting I

Type afname:	Miele doorstroommeter
Aantal melkstanden:	2x6 visgraad
Instellingen:	46 kPa pulsatie 65/35
Overbruggingstijd:	120 seconden
Afnamevertraging:	12 seconden
Bijzonderheden:	Bovenliggende melkafvoerleiding
Metingen op standen:	1, 2, 3, 9, 10 en 12
Simulatie karakteristiek:	F300dF040t120dt30

Meting II

Type melkmeter:	DeLaval Flowmaster MM15
Aantal melkstanden:	2x4 open tandem
Instellingen:	41 kPa pulsatie 65/35
Overbruggingstijd:	120 seconden
Afnamevertraging:	9 seconden
Metingen op standen:	8, 7, 5 en 4
Simulatie karakteristiek:	F300dF040t120dt30 F300dF040t150dt60 F300dF040t180dt90 F500dF040t120dt60

Meting III

Type melkmeter:	DeLaval Flowmaster MM15
Aantal melkstanden:	2x4 open tandem
Instellingen:	41 kPa pulsatie 65/35
Overbruggingstijd:	120 seconden
Afnamevertraging:	9 seconden
Metingen op standen:	4, 8 en 5
Simulatie karakteristiek:	F500dF500t150 F400dF400t150 F300dF300t150 F200dF200t150 F500dF100t150dt60 F500dF100t150dt40 F500dF100t120dt40 F440dF100t120dt40

Meting IV

Type melkmeter:	DeLaval Flowmaster MM15
Aantal melkstanden:	2x4 open tandem
Instellingen:	41 kPa pulsatie 65/35
Overbruggingstijd:	120 seconden
Afnamevertraging:	9 seconden
Metingen op standen:	8, 7, 2 en 4
Simulatie karakteristiek:	F380dF020t120dt05 F500dF500t125

Meting V

Type melkmeter: Gascoigne Melotte MR2000
 Aantal melkstanden: 2x8 visgraad
 Instellingen: 42 kPa pulsatie 65/35
 Overbruggingstijd: 120 seconden
 Afnamevertraging: 12 seconden
 Metingen op standen: 1, 2, 3, 14, 15 en 12

Simulatie karakteristiek: F400dF040t120dt40

Meting VI

Type melkmeter: WestfaliaSurge Metatron
 Aantal melkstanden: 2x6 open tandem
 Instellingen: 39 kPa pulsatie 65/35
 Overbruggingstijd: 120 seconden
 Afnamevertraging: 12 seconden
 Metingen op standen: 6, 5, 4, 9, 8 en 7

Simulatie karakteristiek: F500dF040t120dt30

Meting VII

Type melkmeter: WestfaliaSurge Metatron
 Aantal melkstanden: 2x6 open tandem
 Instellingen: 39 kPa pulsatie 65/35
 Overbruggingstijd: 120 seconden
 Afnamevertraging: 12 seconden
 Metingen op stand: 5

Simulatie karakteristiek: F500dF040t120dt30
 F500dF040t150dt60
 F500dF040t180dt90

Meting VIII

Type melkmeter: WestfaliaSurge OMNI
 Aantal melkstanden: 2x4 open tandem
 Instellingen: 42 kPa pulsatie 60/40
 Overbruggingstijd: 120 seconden
 Afnamevertraging: 14 seconden
 Metingen op stand: 1, 2, 4, 5, 6 en 7

Simulatie karakteristiek: F200dF040t120dt30
 F300dF040t120dt30

Meting IX

Type melkmeter: Afikim Fullflow
 Aantal melkstanden: 2x5 open tandem
 Instellingen: 41 kPa pulsatie 65/35
 Overbruggingstijd: 120 seconden
 Afnamevertraging: ? seconden
 Metingen op stand: 6, 5, 8, 9 en 7

Simulatie karakteristiek: F500dF500t150
 F300dF040t150dt60
 F300dF040t180dt90
 F500dF040t120dt40

Literatuur

- Billon, P., D. Pledel & V. Gaudin. 2007a. Effects of increasing the milk flow detachment level when using ACR's on milking and milk quality. Proc. Ann. Meet. Natl. Mastitis Council. 222-223.
- Billon, P., V. Gaudin & T. Huneaur. 2007b. Recherche du débit optimal de lait au moment de la dépose des faisceaux trayeurs chez la vache laitière. Compte rendu n° 14 07 31 006. Département Techniques d'élevage et Qualité, Service Conduite et Traite des troupeaux laitiers. 25p.
- Billon, P., O. Sauveem, V. Gaudin, & D. Pledel. 2007c. Automatic cluster removers checking and optimal milk flow detachment level. International Symposium on advances in milking. Cork, Ireland: 26-27.
- Bos, K., K. de Koning & F. Neijenhuis, 2002, Rapport Beter Melken, PraktijkRapport Rundvee 18, Praktijkonderzoek: 35p.
- Haven, M.C. van der, C.J.A.M. de Koning, H. Wemmenhove & R. Westerbeek. 1996. Melkwinning. Handboek Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden. 247 p.
- Hillerton, J.E., I. Ohnstad & J.R. Baines. 1998. Relation of cluster performance to post milking teat condition. Proc. Ann. Meet. Natl. Mastitis Council. 37: 76-84.
- Hillerton, J.E., J.W. Pankey & P. Pankey. 1999. Effects of machine milking on teat condition. Proc. Ann. Meet. Natl. Mastitis Council. 38: 202-203.
- Huijsmans, P. 2004. Elektronisch melkmeten: Bij bijna één op de vijf bedrijven geeft een elektronische melkmeter een afwijking. Veeteelt december 1/2: 96-97.
- Mein, G. A., M. R. Brown & D. M. Williams. 1986. Effect on mastitis of overmilking in conjunction with pulsation failure. Journal of Dairy Research 53: 17-22.
- Osteras O. & A. Lund A. 1988 Epidemiological analyses of the associations between bovine udder health and milking machine and milking management. Prev. Vet. Med., 6: 91-108.
- Rasmussen, M. D. 1999. Benefits from early removal of the milking unit. Proc. British Mastitis Conference, Axient/institute for animal health/ milk development council/ novartis animal health, stoneleigh: 55-61.
- Rasmussen, M.D. 2004. Overmilking and teat condition. Proc. Ann. Meet. Natl. Mastitis Council: 169 - 175.
- Schuiling, H. J. & A. H. M. Holtkuile. 1993a. Afname melkstellen door melkmeters. Lelystad, Praktijkonderzoek voor Rundvee, Schapen en Paardenhouderij (PR). Rapport 145.
- Schuiling, H. J. & A. H. M. Holtkuile. 1993b. Hulpmiddel voor Gretha: techniek van afname van melkstellen door melkmeters. Landbouwmmechanisatie 6:37-38