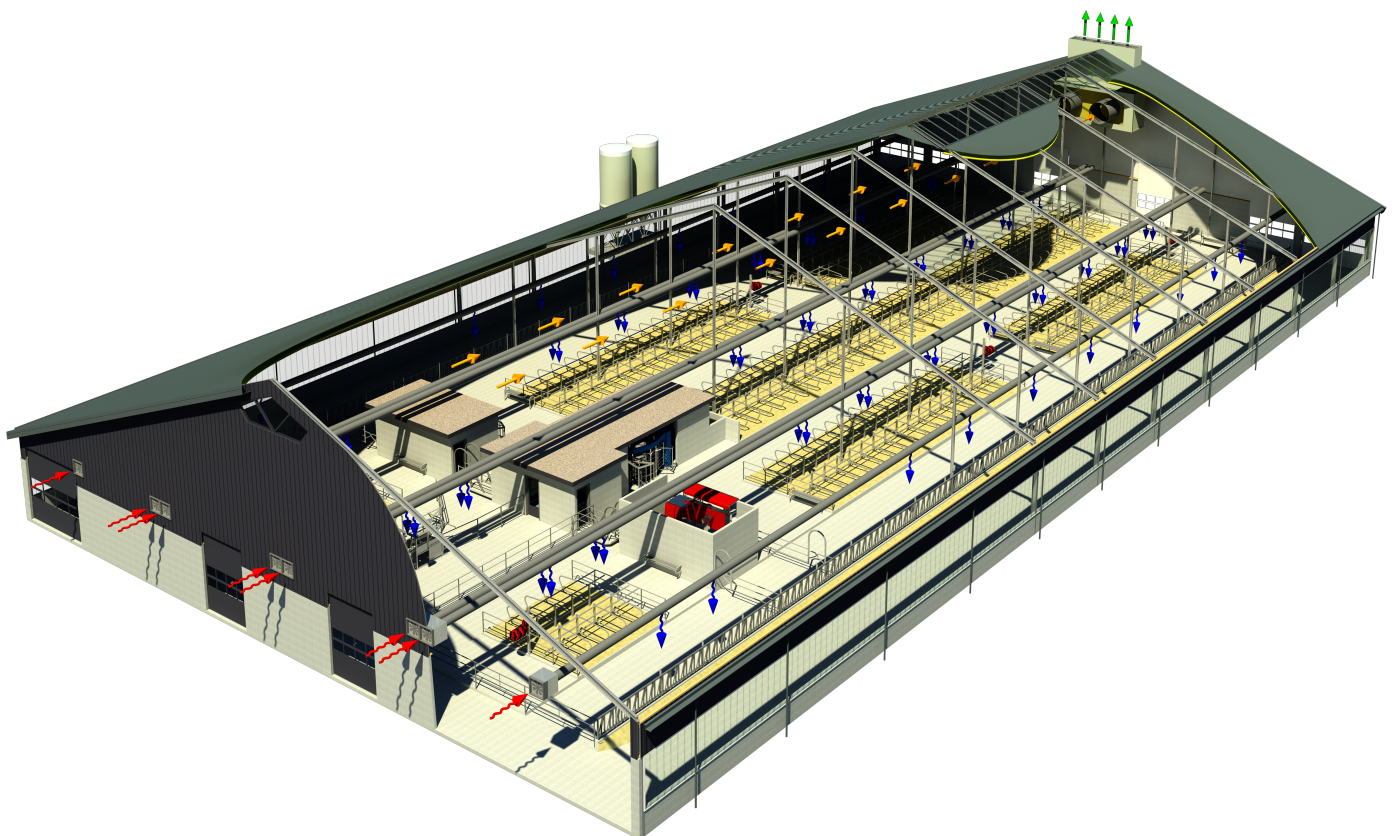


Bunnik, 06-11-15

**WETENSCHAPPELIJKE, LANDBOUWKUNDIGE EN
ECONOMISCHE ONDERBOUWING VAN HET COW-
WELLNESS® STALCONCEPT**



STALBOUW.NL

Jules Delsing

Cow Wellness: stal met jaarrond een constante temperatuur

Geplaatst op woensdag 02-09-2015

Stalbouw.nl heeft een nieuw stalconcept ontwikkeld die zich kenmerkt door volledige isolatie en een gestuurd klimaat. Het adviesbureau is op zoek naar melkveehouders met nieuwbouwplannen, voor de bouw van een proefstal.

Volgens Stalbouw.nl moet het met deze stal mogelijk zijn de fosfaatefficiëntie te vergroten en de melkproductie met ten minste 10 procent te verhogen.



Verwarmde stal

In de winter wordt de binnenkomende lucht in de 'Cow Wellness'-stal verwarmd tot minimaal 8 graden Celsius en in de zomer wordt de binnenkomende lucht gekoeld tot 18 graden. De binnenkomende lucht stroomt door een warmtewisselaar die in contact staat met een bodemwisselaar. In de zomer koelt de lucht daardoor af en in de winter warmt de lucht op.

De relatieve luchtvochtigheid in de stal gaat terug van gemiddeld 90 procent naar 50 tot 70 procent, zo meldt het adviesbureau. De stal blijft transparant en weidegang blijft met dit stalsysteem mogelijk. Een luchtwasser gaat er voor zorgen dat de uitgaande stallucht tot 95 procent wordt ontdaan van ammoniak.

Hittestress

De stal met het geconditioneerde klimaat, biedt volgens Stalbouw.nl veel voordelen. Uit onderzoek van het bedrijf blijkt dat in de Nederlandse melkveehouderij, in de jaren 2012, 2013 en 2014, de melkproductie in perioden met hittestress daalde met gemiddeld 15 procent.

„Met een constant klimaat is productieverlies in de zomer door hittestress verleden tijd en heerst er in de winter zowel voor koeien als de boer een ideaal klimaat om te produceren en te werken”, stelt Eric van den Hengel van Stalbouw.nl.

10 procent rendement

Het bedrijf berekent met de stal een rendement van minimaal 10 procent. Daarbij is gerekend met een jaarproductiestijging van 8 procent. „Natuurlijk is de investering in deze stal hoger dan die bij een traditionele ligboxenstal. Maar de vraag hoeveel deze extra investering oplevert, is veel relevanter”, aldus Van den Hengel.

Tekst: Sjouke Jacobsen

Voorwoord

Voor u ligt de rapportage 'Wetenschappelijke, landbouwkundige en economische onderbouwing van het Cow Wellness stalconcept'. Een onderzoek door Stalbouw.NL naar haar nieuwe stalconcept Cow Wellness.

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van mijn binnenlandse periferiestage van de opleiding Dier- en Veehouderij op de HAS Hogeschool te 's Hertogenbosch. Van augustus tot en met november ben ik bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van dit rapport.

Dit rapport is geschreven in opdracht van mijn stage bedrijf, Stalbouw.NL te Bunnik. Bij het onderzoek heb ik de hulp gehad van medewerkers van de Has Hogeschool, collega's bij Stalbouw.nl, vertegenwoordigers van voerfabrikanten en dierenartsen. Deze wil ik daarvoor graag bij deze bedanken.

Verder wil ik mijn stagebegeleider, Eric van den Hengel speciaal bedanken voor de fijne stagebegeleiding. De bedrijfsbezoeken en de beurs waar ik mee naar toe mocht waren zeker van toegevoegde waarde voor mijn persoonlijke ontwikkeling en voor dit verslag.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Jules Delsing

Bunnik, 6 november 2015.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	6
1. WAT IS HITTESTRESS?	8
1.1. THI	8
1.2. SYMPTOMEN	9
2. FYSIOLOGISCHE GEVOLGEN VAN HITTESTRESS	10
2.1. VOEROPNAME	10
2.2. MELKPRODUCTIE	11
2.2.1. IN LACTATIE	11
2.2.2. IN DROOGSTAND	13
2.2.3. INTERNATIONALE MELKPRODUCTIE PER MAAND	13
2.3. VRUCHTBAARHEID EN DRACHT	16
2.3.1. VRUCHTBAARHEID	16
2.3.2. TIJDENS DE DRACHT	17
2.4. GEZONDHEID	18
2.4.1. PENSVERZURING	18
2.4.2. LEBMAAGVERDRAAIING	18
2.4.3. ENERGIEBALANS	18
2.4.4. KLAUWPROBLEMEN	19
2.4.5. UIERPROBLEMEN	20
3. FINANCIËLE GEVOLGEN VAN HITTESTRESS	21
3.1. VOEROPNAME	21
3.2. MELKPRODUCTIE	22
3.3. VRUCHTBAARHEID	23
3.3.1. GEMIDDELDE DAGPRODUCTIE	23
3.3.3. MINDER VERKOCHTE KALVEREN	24
3.3.4. MEERDERE MALEN LATEN INSEMINEREN	24
3.4. GEZONDHEID	25
3.4.1. PENSVERZURING	25
3.4.2. LEBMAAGVERDRAAIING	25
3.4.3. KLAUWBEVANGENHEID	25
3.4.4. VERVANGINGSPERCENTAGE	26
3.5. TOTAAL	27
4.1. WATERMANAGEMENT	28
4.2. VOERMANAGEMENT	28
4.3. BEWEIDING	29
5. WELKE HUISVESTING IS OPTIMAAL?	30
5.1. LICHT	30
5.2. GELUID	30
5.3. TEMPERATUUR	31
5.4. LUCHTVOCHTIGHEID	31
5.5. VENTILATIE	31

5.6. LUCHTSTROMEN	32
6. HUISVESTING BIJ HITTESTRESS: BESTAANDE SYSTEMEN	33
6.1. VENTILATOREN	33
6.2. SPRAYERS, VERNEVELAARS	34
6.3. KORRAL KOOL	35
6.4. CROSS VENTILATION	36
6.5. SPROEIER	37
7. COW-WELLNESS® STALCONCEPT	38
7.1. WAT IS HET COW-WELLNESS® STALCONCEPT?	38
7.2. KOELING	38
7.2.1. BODEMWISSELAAR	39
7.2.2. WARMTEWISSELAARS	40
7.2.3. LUCHTSTROMEN	41
7.3. LUCHTWASSER	43
7.3.1. WAAROM EEN LUCHTWASSER?	43
7.3.2. VERSCHILLENDE SOORTEN EN HUN WERKING	43
7.3.3. DIMENSIONERING	45
7.4. ISOLATIE	46
7.4.1. DAKISOLATIE	46
7.4.2. MUURISOLATIE	47
7.4.3. GLAZEN WAND	47
7.4.4. STALDEUREN	48
7.5. WARMTEBALANS	49
7.6. ECONOMISCHE GEGEVENS	50
7.6.1. INVESTERING BIJ 140 KOEIEN	50
7.6.2. OPERATIONELE KOSTEN EN OPBRENGSTEN	51
7.6.3. KERNBEGRIPPEN: TERUGVERDIENTTIJD, CONTANTE WAARDE EN RENTABILITEIT	53
7.7. RISICOANALYSE	54
7.7.1. STROOMUITVAL	54
7.7.2. DEFECT SYSTEEM	54
7.7.3. BRAND	55
7.8. WET EN REGELGEVING NEDERLAND	56
7.9. COW-WELLNESS® IN HET BUITENLAND	57
7.9.1. HUIDIGE SITUATIE IN SAOEDI-ARABIË	57
7.9.2. LUCHTWASSER IN SAOEDI-ARABIË	58
7.9.3. KOELMOGELIJKHEDEN	58
7.10. PROJECT PEETERS	60
8. CONCLUSIE	63
9. BRONNEN	65
BIJLAGE I: OMZET EN AANWAS COW WELLNESS	73
BIJLAGE 2, ISOLATIE COW WELLNESS	76

Samenvatting

Hittestress is een veel voorkomend probleem in de Nederlandse melkveehouderij. Hittestress leidt tot een lagere voeropname, minder melkproductie, een slechtere vruchtbaarheid en een verminderde diergezondheid.

De financiële gevolgen van hittestress zijn €270,- per koe per jaar. Deze misgelopen opbrengsten worden vooral door vruchtbaarheid en gezondheid vertegenwoordigd.

Tijdens periode van hittestress wordt er geadviseerd om meer krachtvoer aan de koeien te verstrekken, met zowel positieve als negatieve gevolgen van dien. Daarnaast wordt geadviseerd om koeien zo veel mogelijk te koelen en eventueel 's nachts te beweiden. Het koelen van de koeien gebeurt nu door middel van luchtverplaatsing (ventilatoren) en door de relatieve vochtigheid in de lucht te verhogen. De relatieve vochtigheid is optimaal tussen de 60% en 80%. In Nederland is de gemiddelde relatieve vochtigheid 82% waardoor de koeling door middel van vocht een ongunstig effect bereikt op diergezondheid.

Door naar alle uitgangspunten te kijken voor optimale huisvesting, en door de huidige uitdagingen van de melkveehouderij in kaart te brengen, is Stalbouw.NL tot het Cow Wellness concept gekomen. Dit is een volledig geconditioneerde stal met een luchtwasser. De ammoniakemissie wordt met 90% gereduceerd en de temperatuur schommelt gedurende het jaar tussen de 6°C en de 18°C.

Dit systeem zal tussen de €700,- en de €1000,- per koe gaan kosten. Daarbij zijn de kosten afhankelijk van de schaalgrootte, geografische ligging en het type stal wat gebouwd zal worden. De jaarlijkse gebruikskosten bedragen €150,- per koe inclusief afschrijving en rente. Twee derde hiervan is toe te kennen aan conditionering.

Het Cow Wellness systeem gebruikt voor de koeling een bodemwisselaar in combinatie met warmtewisselaars in de luchtinlaat. De binnenkomende lucht wordt door luchtkanalen getransporteerd over de gehele stal. De lucht zal uiteindelijk uit de kanalen stromen bij de ligboxen en op de voergang. De lucht wordt met overdruk de stal in geblazen.

De afzuiging vindt centraal plaats. De lucht stroomt door een dwarsstroom luchtwasser naar buiten. Dit type luchtwasser is gekozen doordat hier een biofilter aan kan worden geplaatst om eventueel geuremissie te verminderen.

Bij het Cow Wellness concept wordt er in plaats van een gordijn een glazen zijwand geplaatst. Dit is nodig om de stal transparant te houden voor de buitenwereld hierdoor een vergelijking met de intensieve veehouderij te voorkomen. Het systeem wordt zo uitgevoerd dat weidegang mogelijk blijft.

Het Cow Wellness concept wordt naar verwachting in de toekomst ook uitgevoerd in de warmere regio's op aarde. Regio's zoals Saoedi Arabië en Texas worden als doel gesteld.

De terugverdientijd van het Cow Wellness systeem ligt rond de vijf jaar. Als de luchtwasser buiten beschouwing wordt gelaten bij de terugverdientijd omdat een emissie arm systeem noodzaak is, bedraagt de terugverdientijd ongeveer drie jaar. Het Cow Wellness concept is dus een rendabel, duurzaam en aantrekkelijk concept voor melkveehouders in zowel binnen als buitenland.

Inleiding

De Nederlandse melkveehouderij heeft voordat het quotum af werd geschaft uitgebreid. Na de afschaffing van het quotum is de melkprijs gedaald en zijn de kansen om uit te breiden gestagneerd. De huidige bedrijven hebben weinig duidelijkheid over hoe het verder gaat met de sector.

Begin september zijn door Stalouw.NL enkele artikelen over het Cow Wellness concept uitgebracht. Deze artikelen zijn geplaatst om proefstallen te zoeken en om naamsbekendheid te ontwikkelen. Adviesbureau Stalbouw.NL wil met haar nieuwe concept een oplossing bieden op alle uitdagingen van melkveehouders. Met het concept wordt een emissiereductie van 90% gerealiseerd. Daarnaast blijft de koe zichtbaar voor de maatschappij, blijft weidegang mogelijk stijgt de productie.

Dit rapport bied een onderbouwing van het Cow Wellness stalconcept, daarnaast wordt een economische en technische toelichting gegeven over het systeem. De opbouw is als volgt:

In het eerste drie hoofdstukken wordt beschreven wat hittestress is, welke fysiologische gevolgen hittestress heeft en welke financiële gevolgen door hitte worden veroorzaakt. Daarna wordt de huidige aanpak van hittestress beschreven in hoofdstuk vier. In hoofdstuk 5 wordt een overzicht gemaakt van optimale huisvesting voor rundvee. Hierin wordt aandacht besteed aan licht, geluid, temperatuur, luchtvochtigheid, ventilatie en luchtstromen.

In hoofdstuk 6 worden de huidige koelsystemen die gebruikt worden om hittestress te voorkomen tegen het licht gehouden. Niet alleen de in Nederland toegepaste, maar ook de internationaal toegepaste systemen worden beoordeeld.

In hoofdstuk 7 wordt het Cow Wellness stalconcept toegelicht. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de koeling van het systeem, het emissiereducerend systeem en de benodigde isolatie. De economische gegevens komen vanaf hoofdstuk 7.6. aan bod.

Omdat Stalbouw.NL naast de Nederlandse markt, in de toekomst ook de buitenlandse markt wil gaan bedienen, is uitgewerkt hoe Cow Wellness in het buitenland toe kan worden gepast. Hierbij wordt uitgegaan van Saoedi Arabië als voorbeeldland.

In hoofdstuk 7.10. wordt een bestaand project onder de loep genomen en worden hier de verwachte resultaten van beschreven.

Tenslotte wordt de conclusie van het verslag gegeven in hoofdstuk 8. De bronvermelding is hoofdstuk 9.

1. Wat is hittestress?

Hittestress bij melkvee ontstaat door een combinatie van een te hoge temperatuur en een te hoge luchtvochtigheid. Vanaf 20,6 °C vindt er bij een relatieve vochtigheid van 82% hittestress plaats bij melkvee. Deze 82% is de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid in Nederland (KNMI, 2011)

1.1. THI

Hittestress wordt beschreven met de THI (Temperature Humidity Index). De formule hiervan luidt:

$$THI = (0,8 \times T_{db}) + [(RH/100) \times (T_{db} - 14,4)] + 46,4$$

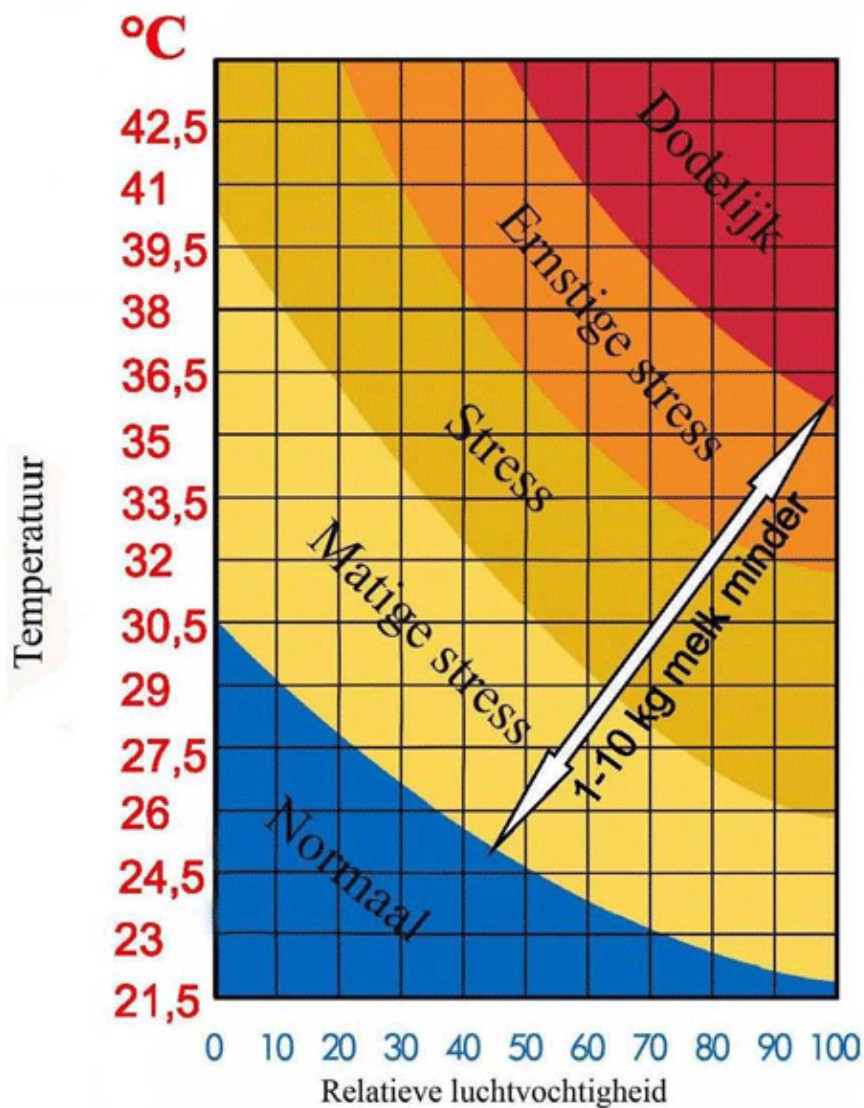
Waarin:

T_{db} = Droge bol temperatuur in °C,

RH = Relatieve luchtvochtigheid in %

(Avendano-Reyes, 2012)

Bij een THI van 68 tot en met 80 en hoger is er sprake van matige hittestress. Bij een THI van 80 tot en met 87 ondervindt een rund normale stress aan het klimaat. Een THI van 87 tot en met 95 zorgt voor matige tot ernstige stress. Een THI van 95 betekent ernstige, dodelijke stress (Agrifirm, Z.D.). Temperature Humidity Indices zijn in een grafiek verwerkt in figuur 1: *THI in beeld gebracht*.



Figuur 1: THI in beeld gebracht.

Bron: Dgc Boven-Veluwe (2015)

1.2. Symptomen

Symptomen die een koe met hittestress vertoont zijn:

- Rusteloosheid;
- In de schaduw of bij de waterbak gaan staan;
- Ademen met open mond;
- Snel ademen: (80-120 ademhalingen per minuut, milde tot matige stress)
(120-160 ademhalingen per minuut, matige tot ernstige stress)
(160 of meer ademhalingen per minuut, ernstige stress);
- Darmen en verteringsstelsel werken niet optimaal;
- Verminderde activiteit;
- Verminderde voeropname;
- Verhoogde waterconsumptie.

(J.Praks, z.d.)

2. Fysiologische gevolgen van hittestress

Over de gevolgen van hittestress bij melkvee is veel bekend. Hittestress heeft een negatieve invloed op onder andere de voeropname en op diergezondheid. (Slimen, 2015). Hittestress heeft ook effect op de vruchtbaarheid van melkvee (Schuller, 2015). In dit hoofdstuk worden de verschillende gevolgen van hittestress uitgelegd.

De volgende gevolgen worden uitgewerkt:

- Het gevolg van hittestress op de voeropname;
- Het gevolg van hittestress op de melkproductie;
- Het gevolg van hittestress op de vruchtbaarheid;
- Het gevolg van hittestress op de gezondheid.

In dit hoofdstuk worden de economische gevolgen buiten beschouwing gelaten, deze kosten komen aan de orde in het hoofdstuk: 'Wat zijn de financiële gevolgen?'

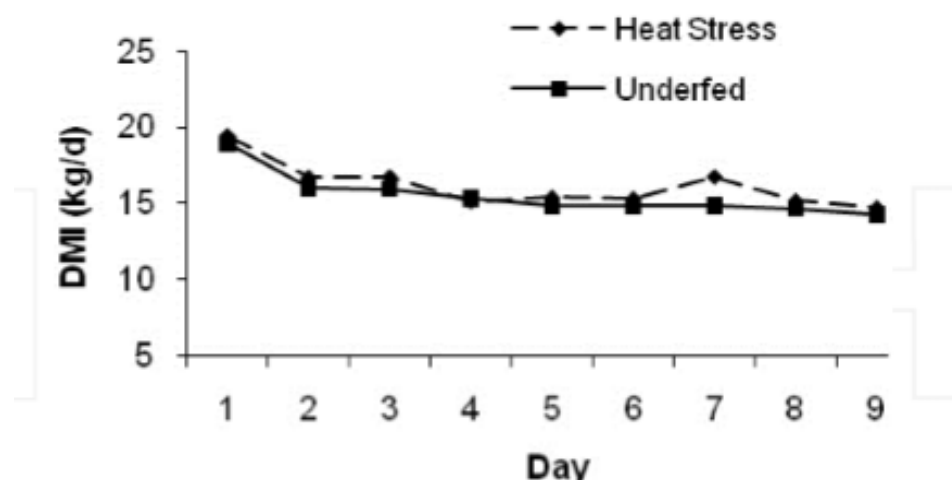
2.1. Voeropname

De opgenomen hoeveelheid voer, en daarmee droge stof, neemt af naarmate de koe meer hittestress ondervindt. De drogestofopname van melkkoeien daalt vanaf een omgevingstemperatuur van 24 °C.

Indien rundvee 16 uur per dag aan een THI van 80 wordt blootgesteld, daalt de drogestofopname met 5 kilogram per dag. De drogestofopname blijft nagenoeg gelijk indien de koe langer dan 1 dag aan hittestress bloot wordt gesteld. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in figuur 2: (Avendano-Reynes, 2012). Volgens onderzoek door Brouk in 2003 neemt de voeropname af vanaf 75 °F, dit is bijna 24 °C.

De belangrijkste oorzaak van de opnamedaling is dat de koe meer gaat hijgen en ademen onder invloed van hittestress. De koe heeft door deze ademhaling minder tijd en zin om te eten.

In de hersenen van de koe wordt bij hittestress een hormoon aangemaakt dat de eetlust verlaagt (Brouk, 2003) (Avendano-Reynes, 2012).



Figuur 2: Effect van hittestress op drogestofopname.
(Bron: Avendano Reynes, 2012)

Om de daling van de drogestofopname exact te kunnen berekenen is onderstaande formule opgesteld:

$$DMI_{Loss} = 0.0345 * (THI_{max} - THI_{threshold})^2 * D$$

Waarin:

DMI_{Loss} : Afname in drogestofopname door hittestress in kilogram per dier er dag

THI_{max} : Hoogste THI gedurende de dag

$THI_{threshold}$: THI waarboven hittestress optreedt, bij koeien 68

D: Deel van de dag waarbij hittestress optreedt

Bron: ST-Pierre, 2003

Bij de eerder in deze paragraaf beschreven proef van Avendano Reynes zijn koeien 16 uur per dag aan een THI van 80 blootgesteld. Volgens de berekening van St-Pierre zou de drogestofopname onder natuurlijk temperatuurverloop zakken met 3,3 kilogram. De daling van 5 kilogram tijdens de proef is te verklaren doordat de temperatuur tijdens de proef niet op een natuurlijke manier tot stand kwam. Bij temperaturen op een natuurlijke manier is er namelijk sprake van een golfbeweging in de temperatuur. Bij de proef is de temperatuur op korte tijd sterk afgenomen.

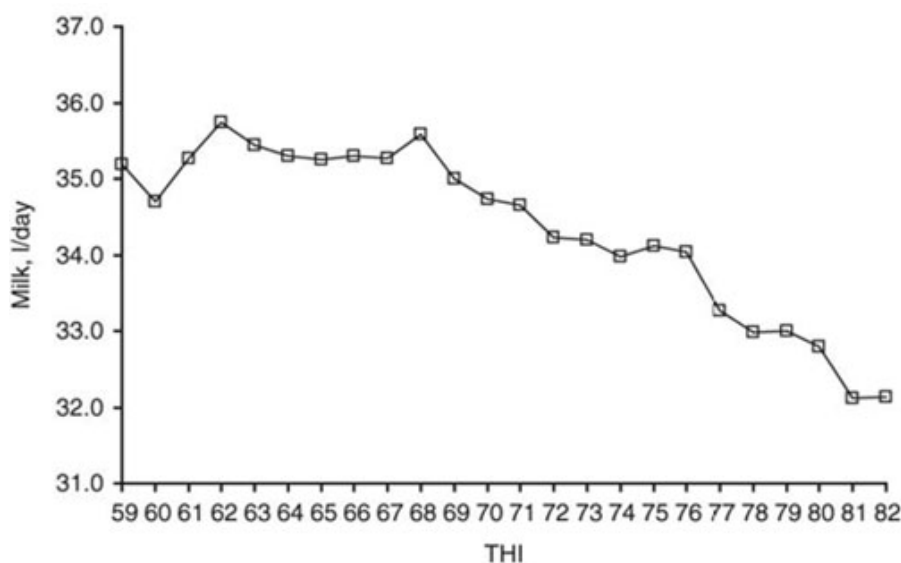
De verlaagde drogestofopname brengt verschillende risico's en effecten met zich mee die in dit rapport worden beschreven. Tenslotte worden er oplossingen gegeven om de drogestof opname zo weinig mogelijk te laten dalen tijdens perioden van hittestress.

2.2. Melkproductie

Er zijn tal van bronnen die de melkproductie van rundvee tijdens hittestress beschrijven. Melkproductie is een erg makkelijk meetbare factor. De melkproductie is afhankelijk van de hoeveelheid hittestress. Tevens heeft hittestress in de droogstand invloed op de melkproductie tijdens de lactatie.

2.2.1. In lactatie

Een rund in lactatie ondervindt hinder van hittestress vanaf ongeveer 22 °C bij een relatieve luchtvochtigheid van 80%. De melkproductie van een koe die last heeft van hittestress, is te zien in figuur 3.



figuur 3: Daling van de melkproductie bij een hogere THI

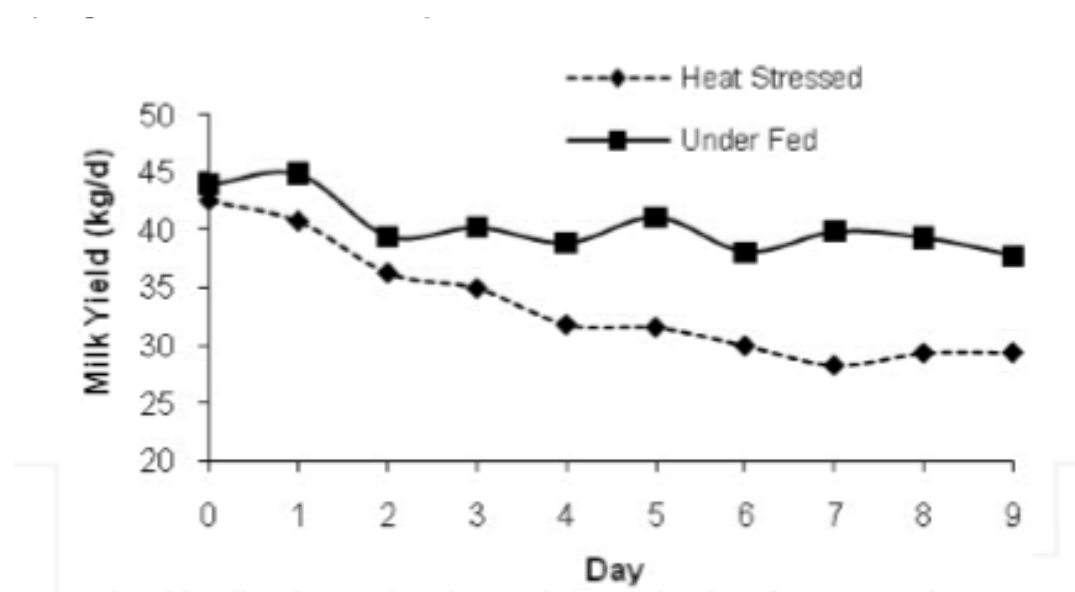
Bron: Bemabucci, 2010

Zoals in figuur 3 weergegeven begint de daling van de productie bij een THI van 68. De stressgrens voor runderen ligt bij een THI van 68. Op een warme zomerdag (26 °C met een RV van 82%) is de THI 76. Volgens bovenstaande grafiek produceert een koe dan ongeveer 1 liter melk per dag minder. Naast de afname in hoeveelheid melk, nemen ook de vet en eiwitgehalten in de melk af.

Een onderzoek door Avendano Reynes toont aan dat langdurige hittestress veel impact heeft op de melkproductie. Vooral de hoogproductieve koeien dalen in een periode van hittestress in productie.

In figuur 4 zijn de resultaten van dit onderzoek weergegeven. De stippellijn geeft de productie aan van hoogproductieve koeien die 16 uur per dag blootgesteld zijn aan een THI van 80. Deze THI wordt in Nederland onder normale omstandigheden (RV = 82%) bereikt bij een temperatuur van 28 °C.

Bij de proef is de drogestofopname van de koeien gemeten. Een gelijke (te krappe) hoeveelheid drogestof is aan een groep koeien verstrekt onder normale klimaatomstandigheden (THI: 64, 24 uur per dag). De resultaten van deze proef zijn in de doorgetrokken streep verwerkt in figuur 2: *Effect van hittestress op drogestofopname* en figuur 4: *melkproductie van koeien met hittestress (thi:80), en ondervoede koeien*.



Figuur 4: melkproductie van koeien met hittestress (THI: 80), en ondervoede koeien. (Avendano-Reyes, 2012)

In de grafiek is te zien dat hittestress bij hoogproductieve koeien na 3 dagen hittestress een daling van 10 kilogram laat zien in de melkproductie. Na 7 dagen is de melkproductie, met 15 kilogram, 35% gedaald. Vanaf deze zeven dagen blijft de melkproductie ongeveer stabiel.

In figuur 4 is ook de melkgift van de koeien weergegeven die werden gekort op het voer. Deze koeien kregen net zo veel voer verstrekt, als wat de koeien met hittestress op vraten. Het verschil tussen de lijnen is dus de melkderving die puur door hittestress wordt veroorzaakt, dit is op dag zeven ongeveer 7 kilogram melk, ofwel 17%.

De correlatie tussen THI en melkproductie is op basis van een onderzoek door St-Pierre in kaart gebracht. Hieruit blijkt dat de melkproductie met 0,41 kilogram per koe per dag

daalt voor elk punt dat de THI boven de 69 toeneemt Bouraoui, 2001). Dus wanneer de THI tien punten stijgt, daalt de melkproductie met 4,1 liter. Dit komt overeen met het onderzoek van Bemabucci in 2010, zie figuur 3: *Daling van de melkproductie bij een hogere THI*.

Met een uitgebreidere formule kan de daling in melkproductie eveneens worden berekend. Deze formule is opgesteld in 2003 door de onderzoeker St-Pierre. Door productieverliezen beter te bestuderen en hier wiskundige berekeningen op los te laten, is St-Pierre tot de volgende formule gekomen:

$$Milk_{Loss} = 0,0695 \times (THI_{max} - THI_{threshold})^2 \times D$$

Waarin: Milk_{Loss} = Melkderving in kilogram per dier per dag
 THI_{max} = Maximaal bereikte THI gedurende de dag
 THI_{threshold} = THI waarboven hittestress optreed, bij koeien 68
 D = Het gedeelte van de dag dat de Temperatuur boven de THI_{threshold} uitkomt

Bij verdere berekeningen in dit rapport wordt deze formule gebruikt om melkderving uit te rekenen.

2.2.2. In droogstand

In recent onderzoek zijn de effecten van hittestress in de droogstand onderzocht. Uit de resultaten blijkt dat hittestress in de droogstand grote gevolgen heeft voor de komende lactatie. De proef is uitgevoerd door een groep koeien de hele droogstand aan een THI van 78 bloot te stellen. Dit is vergelijkbaar met een temperatuur van een krappe 27 °C in Nederland. Een andere groep koeien werd gekoeld met ventilatoren en sprinklers. Na het afkalven zijn beide groepen aan gelijke omstandigheden blootgesteld. De resultaten van het onderzoek zijn weergegeven in tabel 1: *effect van hittestress in de droogstand*.

Tabel 1: *Effect van hittestress in de droogstand*

	Hittestressgroep	Groep met koeling	Verschil t.o.v. Hittestressgroep
Lichaamstemperatuur ° C	39,3	39,0	0,8%
Ademhalingen (per minuut)	69,2	48,3	30,2%
DS-opname (kg per dag)	10,2	11,4	11,7%
Groei lichaamsgewicht (kg)	9,6	26,0	170,8%
Melkproductie 42 weken na kalven (kg)	27,7	34,0	22,7%

(Bron: Tao, 2012)

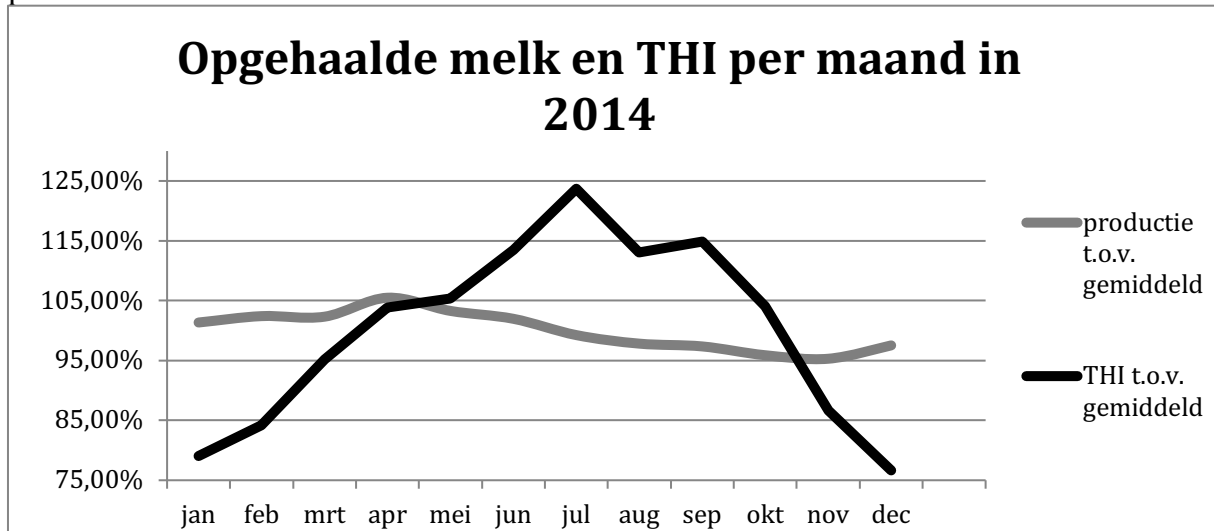
De geringere toename in lichaamsgewicht is deels te verklaren door de lagere droge stof opname. De melkproductie verschilt na 42 weken nog een ruime 6 kilogram per dag. De hittestressgroep heeft in die 42 weken gemiddeld 1764 kilogram minder melk gegeven.

2.2.3. Internationale melkproductie per maand

In hoofdstuk 2.2.1. en hoofdstuk 2.2.2. zijn theorieën uitgewerkt over hoe de melkproductie daalt bij zowel lacterende als droogstaande koeien. Om te laten zien dat deze theorieën ook in de alledaagse manier van ondernemen relevant zijn, is er gekeken naar melkproducties in verschillende Europese landen. Doordat er zeer opvallende

resultaten uit zijn gekomen is naar de meningen van zowel melkveehouders als deskundigen gevraagd.

In figuur 5 is de Nederlandse melkproductie weergegeven. In april is de hoogste productie te zien van ongeveer 36 miljoen kilogram. In november is de laagste productie van het jaar met ongeveer 32,6 miljoen kilogram. Het verschil tussen de hoogste en laagste productie bedraagt ongeveer 3,4 miljoen kilogram melk. Dit is 9,4% van de hoogste productie.

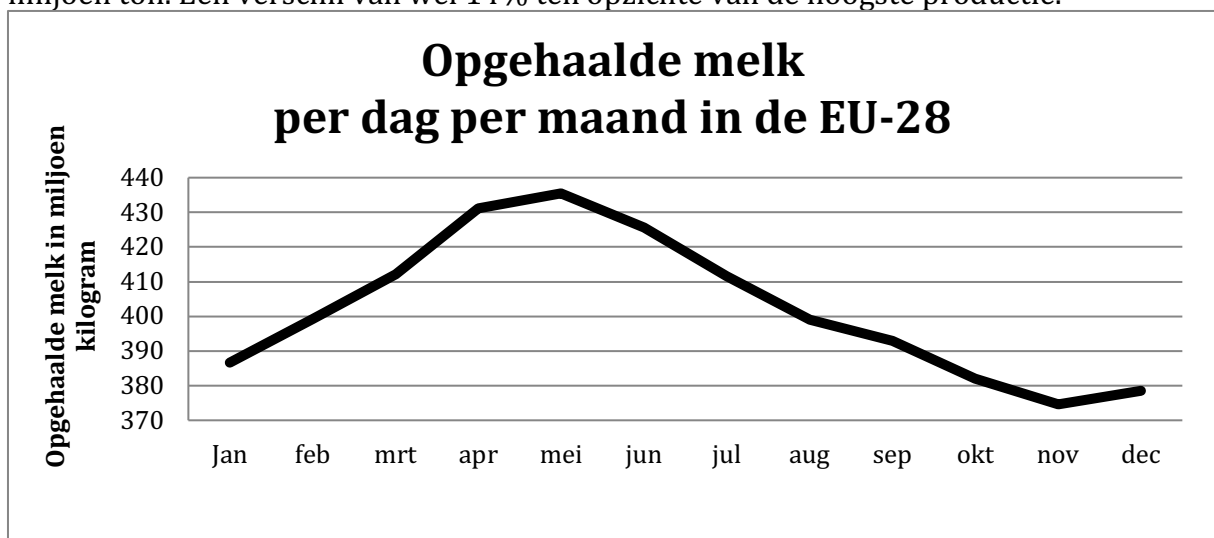


Figuur 5: Melkproductie en THI Nederland in 2014

Bron: ZuivelNL, 2015; KNMI, 2015

Een verklaring voor de lijn in figuur 5 is het in hoofdstuk 2.2.1. en hoofdstuk 2.2.2. beschreven effect van hittestress. De lijn in figuur 5 bereikt het hoogste punt in april, daarna zakt de lijn tot november. De daling wordt gedeeltelijk door hittestress veroorzaakt. In de wintermaanden stijgt de melkproductie door het gunstige klimaat.

In figuur 6 is de Europese melkproductie weergegeven. De hoogste productie van 2014 ongeveer 435 miljoen ton en de laagste productie was in dat zelfde jaar ongeveer 375 miljoen ton. Een verschil van wel 14% ten opzichte van de hoogste productie.



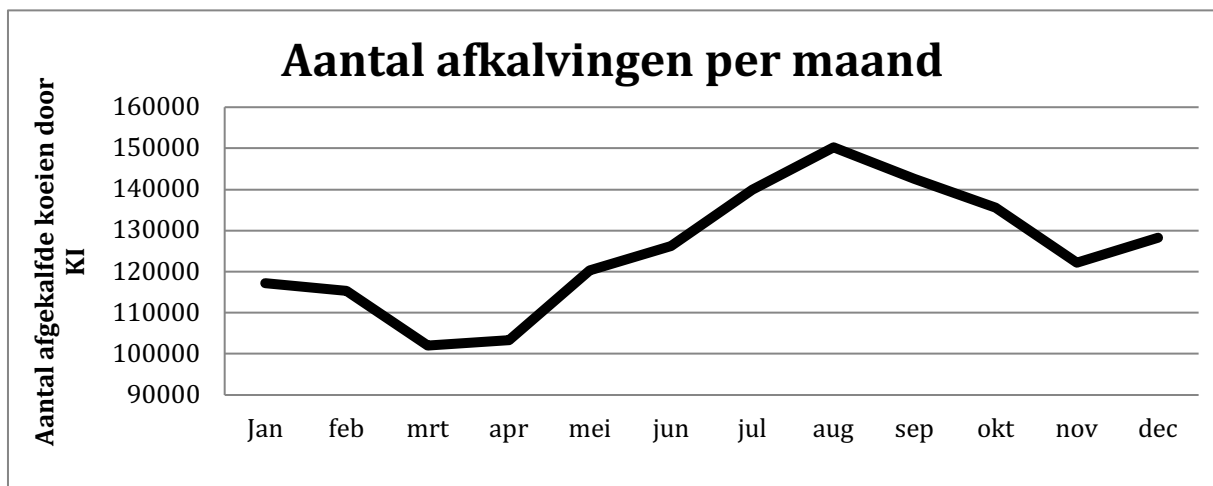
Figuur 6: Melkproductie van 28 Europese landen, in 2014

Bron: ZuivelNL, 2015

Dit verschil is op dezelfde manier te verklaren als de grafiek van de Nederlandse melkproductie. Tijdens de zomermaanden is er hittestress bij het melkvee waardoor de productie daalt. Vanaf november zijn de koeien hersteld van de hittestress en neemt de melkproductie weer toe

Naast de hittestress kan de melkproductie ook door de melkveehouder worden gestuurd door middel van het afkalfpatroon aan te passen. In Nederland is het afkalfpatroon in kaart gebracht aan de hand van het aantal inseminaties. Het interval tussen afkalven en de eerste inseminatie is in Nederland gemiddeld 3 maanden. Het aantal eerste inseminaties is bekend. Het aantal afgekalfde koeien is in figuur 7 zichtbaar.

Wanneer de grafiek van het aantal afkalvingen naast de melkproductie wordt gelegd, valt op dat de melkproductie het laagst is na het moment van de meeste afkalvingen. De lactatiecurve van de koe begint echter hoog en zakt daarna steeds af. (Ahmadzadeh, z.d.) Indien naar het aantal afkalvingen wordt gekeken zou je vlak na de meeste afkalvingen ook de hoogste productie verwachten.



figuur 7: Aantal afkalvingen per maand in Nederland

Bron: CRV, 2015

2.3. Vruchtbaarheid en dracht

Hittestress heeft naast invloed op de productie en voeropname, ook invloed op de vruchtbaarheid en nakomelingen van koeien. In dit hoofdstuk wordt beschreven wat de invloed is van hittestress op de vruchtbaarheid van koeien in lactatie. Daarnaast wordt beschreven wat de invloed van hittestress tijdens de dracht is op het kalf.

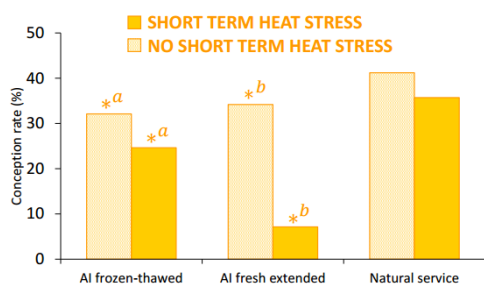
2.3.1. Vruchtbaarheid

Stress is een bekende factor die vruchtbaarheidsproblemen kan veroorzaken. Door hittestress is er kans dat het nageboorte niet spontaan afkomt na het afkalven, zodat de koe aan het nageboorte staat. Daarnaast kan stress de periode tussen afkalven en tochtig worden verlengen. De kans op dracht daalt bij zowel inseminatie als natuurlijke dekking onder invloed van hittestress (Rommelink, 2014)

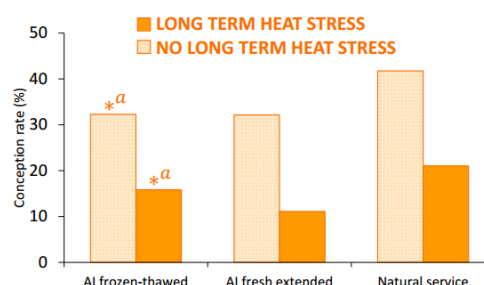
In Duitsland is een proef gedaan door een fok kliniek. Deze proef is uitgevoerd op een melkveebedrijf met 1150 melkkoeien. De fok kliniek heeft onderzocht wat de gevolgen zijn van kortdurende en langdurende hittestress bij drie methoden van bevruchting. Onder kortdurende hittestress wordt een THI van 73 of meer bedoeld op de dag van dekken. Onder langdurende hittestress wordt een THI van 73 of meer bedoeld van dag 21 voor de dag van dekken tot en met de dag van dekken. De drie gebruikte methoden zijn:

- Ingevroren sperma ontdooien en insemineren;
- Vers sperma insemineren;
- Natuurlijke dekking.

De meest opvallende conclusie is dat bij de helft van de uitgevoerde proeven ook werkelijk significant verschil is. De resultaten van de proeven zijn in Figuur 8 en Figuur 9 zichtbaar:



Figuur 8: conceptie percentage bij verschillende vormen van bevruchting. Bij kort durende hittestress. Kolommen met dezelfde letter verschillen significant



Figuur 9: conceptie percentage bij verschillende vormen van bevruchting. Bij lang durende hittestress. Kolommen met dezelfde letter verschillen significant.

Uit deze grafieken kan geconcludeerd worden dat kortdurende hittestress een negatief effect heeft op het gebruik van bevroren en van vers sperma. En er kan worden geconcludeerd dat langdurige hittestress een negatief effect heeft indien er bevroren sperma wordt gebruikt om te insemineren (Schuller, 2015).

Als deze situatie zou worden vertaald naar Nederlandse begrippen moet vooral naar de kort durende hittestress worden gekeken. Het sperma wat niet ingevroren is kan tijdens perioden van hittestress beter niet worden gebruikt, want nog geen 10% van de melkkoeien wordt daadwerkelijk bevrucht door vers sperma.

Bij bevroren sperma is het verschil tussen wel of geen hittestress ongeveer 5%. Daarom kan bij KI het beste bevroren sperma worden gebruikt als er sprake is van hittestress. Er kan uit worden gegaan van 5% minder drachtige koeien door de hittestress.

2.3.2. Tijdens de dracht

In het onderzoek beschreven in hoofdstuk 2.1.2. is niet alleen het effect van hittestress in de droogstand op melkkoeien onderzocht. Naast de invloeden op de productie is ook het effect van hittestress op kalveren onderzocht. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in tabel 2: *effect van hittestress tijdens droogstand op het kalf*.

Tabel 2: Effect van hittestress tijdens droogstand op het kalf

	Hittestressgroep	Groep met koeling
Geboortegewicht (kg)	36,5	42,5
Speengewicht (kg)	68,9	78,5
Gewichtstoename tot spenen (kg) ¹	29,4	35,9
Lichaamsgewicht na spenen (kg)	146,4	154,6
Kruishoogte na spenen (cm)	103,4	104,8

(Bron: Tao, 2012)

Uit deze resultaten blijkt dat de kalveren van de koeien uit de groep met koeling bij de geboorte ongeveer 6 kilogram zwaarder zijn. Op het moment van spenen is het verschil tussen de twee groepen toegenomen tot bijna tien kilogram. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de kalveren van de gekoelde koeien sneller groeien.

¹ Lichaamsgewicht bij spenen berekend door aftrek van geboortegewicht van het gewicht bij spenen

2.4. Gezondheid

Hittestress heeft een negatief effect op de diergezondheid bij koeien. In dit hoofdstuk worden deze negatieve effecten beschreven. Ten eerste komt de relatie tussen hittestress en pensverzuring aan bod. Ten tweede wordt de energiebalans van koeien met hittestress vergeleken met de energiebalans zonder hittestress. Ten derde worden er gevolgen voor de klauwgezondheid beschreven die hittestress heeft. Ten slotte wordt een link gemaakt tussen hittestress en mogelijk veroorzaakte uierproblemen.

2.4.1. Pensverzuring

Pensverzuring ontstaat als het zuurevenwicht in de pens verstoord raakt. De bacteriën in de pens produceren vluchtige vetzuren uit koolhydraten die worden opgenomen door de penswand. Deze vetzuren vormen een energiebron voor de koe, en zijn van essentieel belang bij een hoge productie. Indien meer vluchtige vetzuren worden geproduceerd dan opgenomen worden door de penswand, daalt de pH in de pens. Verzuring wordt gecompenseerd door de bufferende werking van bicarbonaat, een stof die van nature aanwezig is in het speeksel van de koe. Doordat de koe herkauwt wordt de speekselproductie gestimuleerd. (voorkompensverzuring, z.d.) (Valacon dairy, 2014) Een koe met hittestress gaat meer hijgen en kan daardoor minder herkauwen. Hierdoor komt er minder bicarbonaat in de pens terecht om het zuur te compenseren. Het is dus van essentieel belang om bij warme omstandigheden het rantsoen aan te passen zodat de kans op pensverzuring minimaal wordt gehouden. (Plaizier, z.d.)

2.4.2. Lebmaagverdraaiing

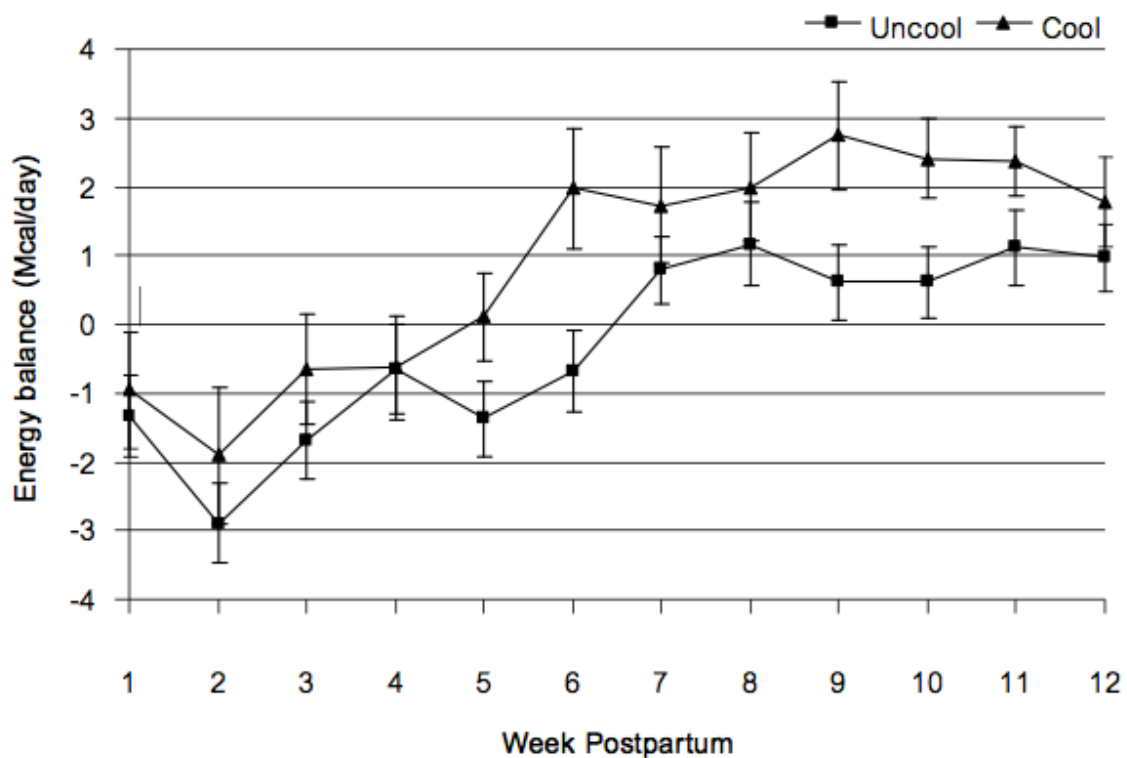
Doordat de voeropname bij hittestress daalt, adviseren voerfabrikanten meer krachtvoer te verstrekken. (Agrifirm, z.d.) Zo blijft de energiehuishouding positief, blijft de melkproductie langer op niveau en verkleint de kans op pensverzuring. Echter, deze grotere hoeveelheid krachtvoer kan tot een lebmaagverdraaiing leiden. (Ryckaert, 2011)

Een lebmaagverdraaiing ontstaat wanneer in de lebmaag te veel gas opgehoopt zit. De lebmaag zit normaal gesproken tegen de onderkant van de buik aan. Als er te veel gas in de lebmaag zit stijgt dit gas op en wordt de lebmaag om haar as gedraaid. Het gas kan dan niet meer naar buiten, de dierenarts moet dan komen om de lebmaagverdraaiing te behandelen.

Een lebmaagverdraaiing leidt in enkele gevallen tot een dode koe. Bij alle gevallen is een dierenarts nodig zijn. De dierenarts moet speciaal voor deze verdraaiing komen en de behandeling uitvoeren. (NADIS, z.d.)

2.4.3. Energiebalans

De energiebalans van koeien is in de eerste weken van de lactatie negatief. Recent is een onderzoek uitgevoerd naar de gevolgen van hittestress op de energiebalans. Dit onderzoek is uitgevoerd door Suadsong in 2012. De koeien zijn opgedeeld in twee groepen, Cool en Uncool. De Uncool koeien hebben tijdens de proef buiten in de warmte gestaan en de Cool koeien hebben in een gekoeld binnenklimaat gestaan. De gemiddelde maximumtemperatuur was buiten 31,4 en binnen 26,5 °C. De gemiddelde relatieve vochtigheid was buiten 74,6% en binnen 86,5 %. De gemiddelde THI was buiten 83,1 en binnen 78,0. Tijdens het onderzoek zijn metingen verricht op zowel de Cool koeien en als de Uncool koeien. De resultaten van dit onderzoek zijn verwerkt in figuur 10.



figuur 10: *Wekelijkse energiebalans van gekoelde en ongekoelde koeien tijdens de eerste 12 weken van de lactatie.*

Bron: Suadsong, 2012

Uit deze resultaten is op te merken dat de groep met de minste hittestress (Cool) sneller een positieve energiebalans heeft dan de groep met de meeste hittestress (Uncool). Ook is op te merken dat de gehele lijn van de Cool groep hoger ligt dan de Uncool groep, dit wil zeggen dat de Cool groep een gezondere energiebalans heeft. De energiebalans van melkvee is direct gerelateerd aan het aantal dagen tot de eerste tocht. (Spicer, 1993)

2.4.4. Klauwproblemen

Hittestress veroorzaakt naast pensverzuring en een negatieve energiebalans ook klauwproblemen. Echter, deze klauwproblemen worden door hittestress in combinatie met andere factoren veroorzaakt.

Hittestress kan klauwbevangingheid veroorzaken (Ishler, 2014). Klauwbevangingheid is een klauwontsteking die voornamelijk voorkomt bij koeien in de eerste lactatie. Bij klauwbevangingheid is treed een ontsteking op in de witte lijn van de klauw. De witte lijn zit tussen de klauwwand en het klauwbeen van de koe.

Klauwbevangingheid kan zoolbloedingen en overmatige hoorn groei veroorzaken. Klauwbevangingheid is niet infectieus. (Aart, z.d.)

De pijn aan de hoeven die hierdoor ontstaat zorgt voor een daling in de melkproductie. Snelle wisseling van voersoorten en rantsoenen met veel zuren (met een hoog gehalte aan zetmeel) dragen bij aan een verhoogde kans op klauwbevangingheid. Door krachtvoerporties te verdelen over de dag blijft het pH-niveau in de pens stabiel. (DeLaval, 2011)

De behandeling van acute klauwbevangenheid ziet er als volgt uit:

- Ontstekingsremmer toedienen;
- Koelen van de klauw met koud water;
- De koe een zachte ondergrond geven;
- Controleren van de voeding.

Bij chronische klauwbevangenheid is een goede klauwverzorging vereist en moet het rantsoen worden aangepast. (Vaassen, z.d.)

Klauwbevangenheid en pensverzuring kunnen beide komen doordat de pH-waarde van de pens daalt. De kans op beide aandoeningen wordt vergroot als er sprake is van hittestress.

2.4.5. Uierproblemen

Mastitis is een veelvoorkomend uierprobleem bij koeien. Er is sprake van mastitis als het uierweefsel ontstoken is. Deze ontsteking wordt vaak veroorzaakt door bacteriën, maar andere oorzaken zijn ook bekend. Als de symptomen van mastitis zichtbaar zijn is sprake van klinische mastitis. Zijn de symptomen (nog) onzichtbaar, dan spreekt men van subklinische mastitis. (uiergezondheidscentrum Nederland, 2015)

Mastitis kan worden veroorzaakt door twee soorten bacteriën. Namelijk koegebonden bacteriën en omgevingsgebonden bacteriën. De omgevingsgebonden bacteriën zijn *Streptococcus Uberis* (SUB), *E. Coli*, Coliformen en *Kiebsiella*.

Om mastitis te krijgen door omgevingsgebonden bacteriën moeten deze ten eerste aanwezig zijn, en ten tweede moeten de bacteriën de gelegenheid krijgen om het uierweefsel van de koe te infecteren. Dit kan bijvoorbeeld komen door een onvoldoende gesloten slotgat. (uiergezondheidscentrum Nederland, 2015)

Het aantal ziektekiemen dat mastitis veroorzaakt stijgt als de temperatuur en luchtvochtigheid stijgt. De ziektekiemen die ontwikkeld zijn blijven weken tot maanden in de stal. Tevens tast stress, en dus ook hittestress, de weerstand van de koe tegen bacteriën aan. Deze twee effecten versterken elkaar derhalve.

Deze twee factoren hebben tot gevolg dat mastitis in de zomer vaker voorkomt dan in de winter. (Jordan, 2001)

Dierenkliniek "De Eenhoorn" geeft aan dat *E. Coli* mastitis het meest voorkomende gezondheidsprobleem is dat opvallend veel voorkomt tijdens warme maanden. Hij verteld dat op elk bedrijf wel één of twee gevallen van *E. Coli* voorkomen per jaar. *E. Coli* is één van de bovengenoemde omgevingsbacteriën. Dit wil dus tevens zeggen dat de kans op onderlinge besmetting binnen het koppel groot is.

3. Financiële gevolgen van hittestress

Zoals aangegeven in het hoofdstuk: '*fysiologische gevolgen van hittestress*', leid hittestress tot de volgende negatieve gevolgen:

- Een daling van de voeropname;
- Een daling van de melkproductie;
- Een dalende vruchtbaarheid;
- Een dalende diergezondheid.

De financiële gevolgen hiervan worden in dit hoofdstuk verder uitgewerkt. Het hoofdstuk bestaat uit de volgende deelonderwerpen:

- 3.1. Voeropname;
- 3.2. Melkproductie;
- 3.3. Vruchtbaarheid;
- 3.4. Gezondheid.

3.1. Voeropname

Tijdens perioden van hittestress wordt door voerleveranciers geadviseerd om meer krachtvoer te verstrekken aan het voerhek (Agrifirm, z.d.). De reden hiervan wordt verder uitgelegd in hoofdstuk 4.2: *Voermanagement*.

De verminderde voeropname vertaalt zich in de praktijk dus vaak niet tot lagere krachtvoerkosten. Wel kunnen de ruwvoerkosten dalen tijdens periode van hittestress.

Om te kunnen berekenen wat de daling in voeropname betekent voor de ruwvoerkosten, moeten de prijzen van gras en maïs bekend zijn. Bij deze berekeningen is uit gegaan van de gemiddelde prijzen in 2014. Honderd kilogram drogestof maïs kostte in 2014 ongeveer €19,22. (Rommelink, 2014). De prijs van honderd kilogram kuilgras bedraagt ongeveer €18,10 (Buissonje, 2014).

De verminderde drogestofopname is berekend met de formule uit het onderzoek van St-Pierre in 2003. Berekend is wat het zou "opleveren" voor een bedrijf met 100 koeien bij een dag met RV 82% en $T=26^{\circ}\text{C}$. Gedurende 6 uur lag de temperatuur boven de 22°C . Door de gegevens in te vullen in de formule wordt duidelijk dat de koeien 0,65 kilogram drogestof per koe per dag minder gaan vreten. Dit levert per koe 12 cent op, voor het voorbeeldbedrijf met 100 koeien is de "besparing" €12,00.

3.2. Melkproductie

De productiedaling van de melkkoeien is berekend met de formule opgesteld door St-Pierre in 2003, deze formule ziet er zo uit:

$$Milk_{Loss} = 0,0695 * (THI_{max} - THI_{threshold})^2 * D$$

Zie hoofdstuk 2.2.1. voor een verder uitleg van de formule.

De melkproductie daalt aanzienlijk bij een week hittestress. De kosten aan melkderving van zeven dagen achter elkaar van 25 °C bij de gemiddelde luchtvochtigheid in Nederland van 82% zijn in tabel 3 berekend. Er is gerekend met 14 uur per dag hoger dan 21°C. De melkprijs waarmee is gerekend bedraagt €34,50 per honderd kilogram. (Dekker, 2015) De bedrijfsgrootte bedraagt 100 koeien.

Tabel 3: Berekening melkderving

Gegevens:		
Max Temperatuur	25	°C
RV	82%	
dagdeel > 21 °C	50%	
aantal koeien	100	
Aantal dagen achter elkaar	7	
Melkprijs	€ 34,50	per 100 kilogram
Daling drogestofopname	0,87	kilogram per koe per dag
daling melkproductie	1,75	kilogram per koe per dag
Op koeniveau		
opbrengst voer	€ 0,16	
opbrengstderving melk	€ 0,60	
Financieel gevolg	€ -0,44	
Op bedrijfsniveau		
opbrengst voer	€ 16,19	
opbrengstderving melk	€ 60,30	
Financieel gevolg	€ -44,11	
Op bedrijfsniveau meerdaags		
opbrengst voer	€ 113,33	
opbrengstderving melk	€ 422,09	
Financieel gevolg	€ -308,77	

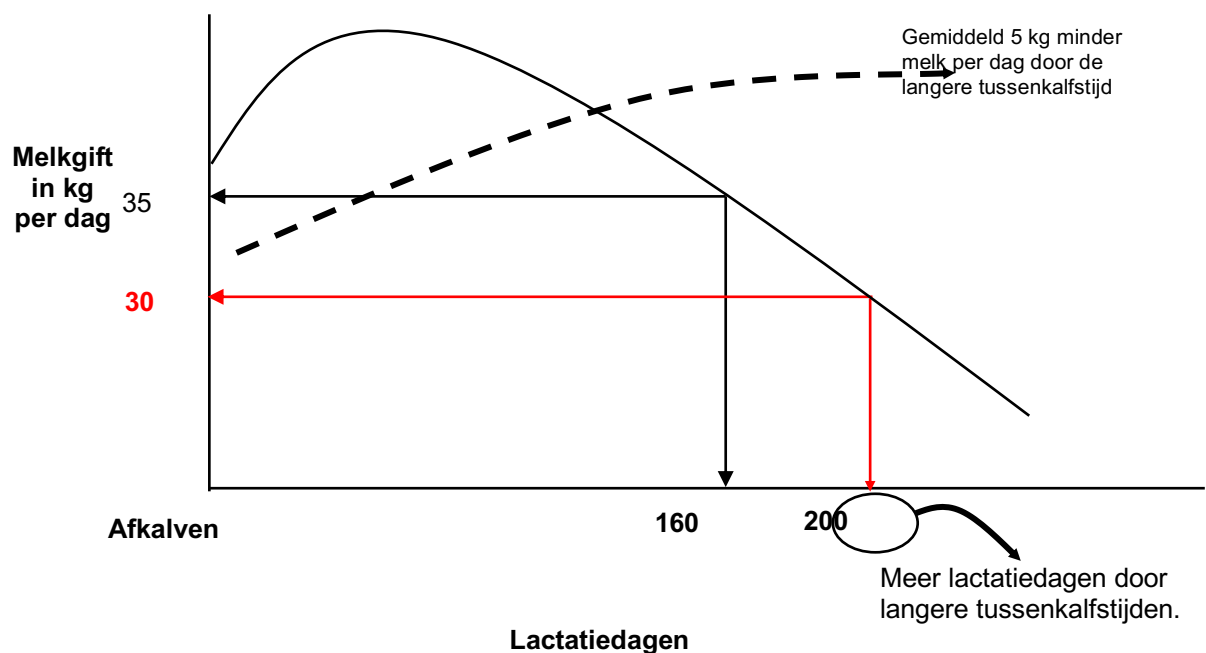
Zoals in tabel 3 te zien is kost een zomerse week alleen aan melkderving €310,- voor de melkveehouder. De kosten zijn al gecorrigeerd aan de voeropname. Als melkveehouder wil je de kosten van hittestress graag opvangen. In Nederland zijn er gemiddeld 26 zomerse dagen >25°C en 4 tropische dagen >30°C (CBS, 2015). Het totale prijskaartje hiervan bij een bedrijf met 100 koeien: €1730,- aan 's zomerse dagen. Hierbij wordt gerekend met 26°C, 82%RV en 12u >21°C. De tropische dagen (berekend met 31°C) kosten €991,50.

3.3. Vruchtbaarheid

- Minder melk verkocht doordat de gemiddelde dagproductie daalt;
- Minder kalveren verkocht door de langere afkalf intervallen;
- Meerdere malen laten dekken/insemineren door lager conceptiepercentage;
- Een hoger vervangingspercentage door koeien die niet meer dragend worden;
- Hogere eerste kalfsleeftijd vaarzen.

3.3.1. Gemiddelde dagproductie

Wie naar de lactatiecurve van een melkkoe kijkt, ziet dat deze paraboolvormig loopt met na ongeveer 60 dagen een piek, waarna de melkproductie langzaam afneemt. De lactatiecurve gaat pas weer omhoog als de koe afkalft (Veerkamp, 2000). In figuur 11 is de gemiddelde melkgift per dag bij verschillend aantal lactatiedagen in beeld gebracht.



Figuur 11: *lactatiecurve en verschil in gemiddelde melkgift bij verschillende tussenkalfstijden.*

Bron: Ahmadzadeh, z.d.

In figuur 11 is te zien dat de dagproductie daalt naarmate de koe langer in lactatie is. Het is winstgevend om koeien zo kort mogelijk in lactatie te houden, dan stijgt namelijk de gemiddelde dagproductie. Kort samengevat, als de tussenkalftijd daalt, stijgt de productie.

De tussenkalftijd kan alleen dalen als de koeien makkelijk zijn te bevruchten. De gemiddelde tussenkalftijd in Nederland ligt nu op 414 dagen, maar neemt af. (CRV, 2015) Een vermindering van de tussenkalftijd van tien dagen levert gemiddeld 1 kilogram meer melk per koe per dag op (Stokkermans, 2015). Een hogere gemiddelde productie komt de fosfaatregelgeving ten goede, want een kilogram melk aan het einde van de lactatie kost meer onderhoudsvoer dan een kilogram melk aan het begin van de lactatie.

Als bij een voorbeeldbedrijf met 100 melkkoeien en 9000 FCM melk per koe de TKT 10 dagen zou worden verkort, dan zou dit per jaar 365 kg melk per koe opleveren. Op bedrijfsniveau zou dit €12.592,50 opleveren.

3.3.3. Minder verkochte kalveren

De langere tussenkalftijd resulteert niet alleen in een lagere dagproductie, maar ook in minder kalveren tijdens het leven van de koe. In 2014 was de gemiddelde tussenkalftijd 414 dagen. De gemiddelde leeftijd van afvoer is in Nederland 5 jaar en 10 maanden. De eerste kalveren worden gemiddeld bij 2 jaar en 2 maanden geboren.

Gemiddeld is de koe dus 3 jaar en 8 maanden in lactatie, dit zijn 1339 dagen. De gemiddelde koe krijgt dus 3,23 kalf. (CRV, 2015) (Buissonje, 2014)

In bijlage I: *Omzet en aanwas Cow Wellness*, is berekend hoeveel het zou opbrengen als de tussenkalftijd met 10 dagen zou afnemen. Dit zou gemiddeld per 100 koeien €377 aan kalveren per jaar opbrengen.

3.3.4. Meerdere malen laten insemineren

De melkveehouder die de koeien laat insemineren of zelf insemineert, heeft bij elke inseminatie vaste kosten. De prijs per inseminatie door CRV is €12,90 en de spermaprijs is €12,00 per dosis. Momenteel zijn 1,8 inseminaties nodig om een koe of pink drachtig te krijgen. De melkveehouder die zelf koeien insemineert betaald de 12,90 per inseminatie niet. Bij de berekening is ervan uitgegaan dat de boer niet zelf insemineert.

Vaak wordt er om het conceptiepercentage vast te stellen gekeken naar het non return 56percentage. Dit is het percentage koeien wat niet opnieuw tochtig wordt na 56 dagen. In 2014 was het non return 56 percentage 66% in Nederland (CRV, 2014). Hierbij moet dus 34% van de koeien opnieuw worden geïnsemineerd.

De kosten voor de her-inseminaties zijn weergegeven in tabel 4, hierin zijn ook de kosten weergegeven indien het NR 56 percentage met 5% stijgt:

Tabel 4: *Kosten van her-inseminaties*

Kosten her-inseminaties			
huidige situatie	Bedrijfsomvang:	100	koeien
	NR 56	66	%
	Her-inseminatie	34	%
	Kosten totaal	€ 846,60	
5% hoger NR 56	NR 56	71	%
	Her-inseminatie	29	%
	Kosten totaal	€ 722,10	
	Verschil	€ 124,50	

3.4. Gezondheid

De gezondheidskosten die veroorzaakt worden door hittestress zijn moeilijk in kaart te brengen. Dit komt vooral omdat hittestress indirect een factor is die een gezondheidsprobleem mogelijk kan veroorzaken. Het is dus niet zo dat hittestress de veroorzaker is van een ziekte, maar hittestress vergroot de kans op de ziekte.

3.4.1. Pensverzuring

- Pensverzuring lijdt tot een lagere melkproductie;
- Pensverzuring leidt tot een lager vet en eiwitgehalte in de melk; (Bermabucci, 2015)
- Pensverzuring kan leiden tot klauwproblemen;
- Pensverzuring kan leiden tot een lagere voer efficiëntie.

Subklinische pensverzuring kost de bedrijven in Amerika 500 miljoen tot 1 miljard dollar per jaar. Dat is per koe met pensverzuring \$1,12 per dag. (Progressive Dairyman, 2004)

De kans op pensverzuring kan worden verlaagd. Hoe dit kan worden gedaan is uitgelegd in hoofdstuk 4.2. *Voermanagement*.

Het exact uitrekenen van de kosten van pensverzuring is niet mogelijk. De kans op pensverzuring is namelijk afhankelijk van onder andere de bedrijfsvoering en het voermanagement. Pensverzuring kan niet worden uitgesloten door hittestress aan te pakken, omdat ook andere factoren van belang zijn.

3.4.2. Lebmaagverdraaiing

Zoals in hoofdstuk 2.4.5 beschreven, kan door een verkeerde voeropname naast pensverzuring ook een lebmaagverdraaiing ontstaan bij de koe. Deze lebmaagverdraaiing brengt dierenartskosten met zich mee. Naast deze kosten zal er productiederving plaatsvinden en is er een kans dat de koe het niet overleeft.

De dierenartskosten bestaan uit een consult met spoed en een hechting van de lebmaag aan de buik. De kosten hiervan liggen rond de €250,- (De Eenhoorn, 2015). Naast deze €250,- is sprake van melkderving. Gedurende ten minste één week mag de koe geen krachtvoer eten. Ook is er een kans dat de koe het niet overleeft. De totale kosten van een lebmaagverdraaiing lopen op tot €500,- (De Eenhoorn).

3.4.3. Klauwbevangingenheid

De kans op klauwbevangingenheid bij rundvee stijgt als er sprake is van hittestress. Tussen klauwbevangingenheid en pensverzuring is ook een duidelijke link te leggen. Dit wordt in hoofdstuk 2.4.3. beschreven. In hoofdstuk 2.4.2. zijn de kosten nog niet meegenomen. Daarom worden deze kosten nu berekend.

De kosten van klauwproblemen zijn als volgt berekend door Aarts z.d.:

Kosten per manke koe:

• lagere melkproductie	€ 32,-
• gewichtsverlies	€ 0,50
• behandelingskosten	€ 11,-
• verlengde tussenkalftijd	€ 15,-
• extra werk, tijdverlies	€ 15,-
• vervroegde afvoer	<u>€ 40,50</u>
• TOTAAL : geschat gemiddeld verlies	€114,-

(Aarts, z.d.)

3.4.4. Vervangingspercentage

Indien hittestress wordt verminderd zal een betere diergezondheid in de stal gecreëerd. Door een betere diergezondheid worden een lager vervangingspercentage en een langere levensduur van de koeien verwacht.

Bij dit ouder worden van de koeien stijgt de productie, een koe in de 3^e en 4^e lactatie produceert namelijk meer melk dan een koe in de eerste en tweede lactatie (Mellado, 2011). De gemiddelde koe wordt na 3 jaar en 8 maanden lactatie afgevoerd (CRV, 2014). Als de koeien gemiddeld 8 maanden ouder worden, stijgt de melkproductie met 2,2%. Dit levert bij een bedrijf met 9000 FCM en 100 koeien 19.800 kg meer melk op. Deze extra melk levert per jaar €6.831,- op.

De hoeveelheid jongvee bij een verwachte lactatie van 4 jaar en 4 maanden zal dalen ten opzichte van de huidige hoeveelheid jongvee. Bij 3 jaar en 8 maanden lactatie zullen 60 stuks jongvee nodig zijn per 100 melkkoeien. Bij 4 jaar en 4 maanden lactatie zullen slechts 50,8 stuks jongvee per 100 melkkoeien noodzakelijk zijn. De jongveekosten zullen dan met €4558,55 per jaar dalen. De berekening is gegeven in bijlage I: *Omzet en aanwas Cow Wellness*.

3.5. Totaal

Om de kosten van hittestress in kaart te brengen zal kan dit hoofdstuk worden samengevat. Er wordt van uitgegaan dat er 3 warme weken per jaar plaatsvinden, de TKT met 10 dagen daalt, het NR56 percentage met 5% stijgt, en de tijd in lactatie met 8 maanden toeneemt.

De kosten per 100 koeien zijn opgebouwd uit (in Euro):

26 's zomerse dagen:	1730,00
4 tropische dagen:	991,50
TKT tijd 10 dagen te lang door slechte vruchtbaarheid:	12.592,50
Minder verkorte kalveren door langere TKT:	377,00
Extra inseminaties door lagere vruchtbaarheid	124,50
Melkderving door te hoog vervangingspercentage	6831,00
Extra jongveekosten door te hoog vervangingspercentage	4558,00

TOTALE KOSTEN VEROORZAAKT DOOR HITTESTRESS

PER JAAR PER 100 KOEIEN:

€ 27.204,50

In bovenstaande berekening zijn de directe kosten door pensverzekering, klauwbevangenheid en lebmaagverdraaiingen buiten beschouwing gelaten. Het is namelijk niet te kwantificeren hoe vaak deze voorkomen en welke kosten hieruit voortkomen als gevolg van hittestress.

4. Bedrijfsvoering bij hittestress

De melkveehouder die de gevolgen van hittestress kent, wil deze beperken. Dit hoofdstuk beschrijft hoe de gevolgen van hittestress kunnen worden beperkt. In dit hoofdstuk komen de volgende punten aan bod:

- Water management
- Voermanagement
- Beweiding

Dit hoofdstuk beschrijft slechts hoe de gevolgen van hittestress kunnen worden beperkt.

4.1. Watermanagement

Elke koe moet voldoende beschikking hebben over schoon drinkwater. Door hittestress neemt de waterconsumptie toe. Een hoogproductieve koe kan als er sprake is van hittestress wel 200 liter per dag drinken. Ongeveer tien procent van een koppel moet gelijktijdig kunnen drinken, zonder dat het koeverkeer wordt gehinderd door drinkende koeien. De drinkbakken moeten groot en open zijn. (Lely, z.d.)

In het Handboek Melkveehouderij 2014 wordt één drinkbak van 25-100 liter per 10 melkkoeien geadviseerd. Bij de grotere bakken van 300 tot 600 liter volstaat één bak per twintig melkkoeien. Om aan de Maatlat Duurzame Veehouderij, MDV, te voldoen mogen de waterbakken een maximale tussenruimte van 32 meter hebben, hiermee vallen drie punten te behalen. Eveneens valt één MDV punt te behalen door een watermeetsysteem per groep in de stal te installeren.

De drinksnelheid van koeien is ongeveer tien tot twintig liter per minuut. Bij een koppel van 150 koeien waarbij 15 koeien tegelijk moeten kunnen drinken moet dus tussen de 150 en de 300 liter water per minuut beschikbaar zijn. Om deze capaciteit te behalen worden er grote bakken opgehangen, zo is er namelijk een buffer als de waterdruk 's zomers te laag is om deze capaciteit te behalen. (Buissonje, 2014)

4.2. Voermanagement

Om de voeropname te blijven stimuleren dient broei of fermentatie aan het voerhek voorkomen te worden. Om pensverzuring te voorkomen, en tegelijkertijd de warmteproductie tijdens de vertering te verlagen, kunnen de volgende regels in acht worden genomen:

- Verlaagd krachtvoerrantsoen aan het voerhek;
- Gemakkelijker te verteren ruwvoer;
- Minder energie per kilogram droge stof;
- Meer niet afbreekbaar eiwit per kilogram droge stof;
- Voorkom broei in de kuil door te letten op:
 - Goed vastrijden bij het inkuilen;
 - Snel luchtdicht afdekken bij het inkuilen;
 - Toevoegmiddelen toevoegen bij het inkuilen;
 - Extra gewicht aanbrengen op de kuil in de zomer.
- Eco TMR, een toevoegmiddel om broei te voorkomen, mee mengen in het rantsoen;
- Natriumcarbonaat of zout toevoegen, of DairyFit Buffer toevoegen.
- Zorg voor een smakelijk rantsoen, bij ernstige stress eventueel door smulsiroep toe te voegen aan het voer.

(Agrifirm, z.d.)

Door deze regels te handhaven wordt er wel nog genoeg energie en eiwit aangevoerd.

Vanwege de verlaagde droge stof inname en het verhoogde verbruik is het raadzaam om vitamines (A en E) en mineralen (Na en P) toe te voegen.

Het is belangrijk om de maatregelen ook na een periode van hittestress te blijven toepassen. Want dan heeft de koe nog niet voldoende buffercapaciteit om grote hoeveelheden voer te verwerken. Indien deze tips niet na een periode van hittestress worden toegepast, neemt de kans op subklinische pensverzuring toe. (Agrifirm, z.d.)

4.3. Beweiding

Indien het overdag sprake is van een THI van meer dan 68, is het raadzaam om koeien 's ochtends, 's avonds en 's nachts in de wei te laten. Hiermee wordt vermeden dat de koeien tijdens de warmste periode buiten lopen. Als de temperatuur in de stal hoger dan de buitentemperatuur wordt, en de weide beschikt over voldoende schaduw voor alle koeien, kan het verstandig zijn om de koeien juist wel buiten te laten staan.

In de weide is het belangrijk dat de koeien over voldoende schaduw beschikken. Schaduw bevordert het thermisch comfort van melkvee. De makkelijkste en eerste bron van schaduw in de weide zijn bomen. Bomen creëren niet alleen schaduw, maar hebben ook nog een extra verkoelend effect door verdamping van vocht uit de bladeren.

Als er geen bomen langs de weide staan, zal de boer kunnen overwegen om bomen in de wei te planten. Het voordeel hiervan is bovengenoemd verkoelend effect. Bij de aanplant van bomen komen enkele nadelen kijken:

- Waar een boom staat kan geen gras groeien;
- De boom onttrekt voedingsstoffen aan de bodem, waardoor het gras minder voedingsstoffen krijgt;
- Tijdens het bewerken van grasland daalt de efficiëntie, de trekker zal immers altijd om de boom heen moeten rijden.

(Laer, 2015)

5. Welke huisvesting is optimaal?

Zoals al vaak genoemd, kunnen koeien niet goed tegen hitte. De optimale huisvesting bestaat niet alleen uit de juiste temperatuur. Bij goede huisvesting moet er rekening worden gehouden met de volgende punten:

- Licht;
- Geluid;
- Temperatuur;
- Luchtvochtigheid;
- Ventilatie;
- Luchtstromen.

In dit hoofdstuk wordt van elke bovengenoemde factor het optimale beschreven.

5.1. Licht

Bij goede huisvesting is er voldoende licht in de stal, als de dieren over onvoldoende licht beschikken zal de productie met ongeveer 10% dalen. Een optimale lichtsterkte varieert tussen de 100 en 300 Lux, dit is de hoeveelheid licht nodig voor het lezen van een krant. Ongeveer 16 tot 18 uur per dag moet deze hoeveelheid licht aanwezig zijn. Licht kan ook effect hebben op hittestress, indien er veel licht op de dieren schijnt wordt de vacht korter. Bij een kortere vacht kunnen de koeien makkelijker de warmte kwijt. Jongvee kan eerder gedekt worden als er voldoende licht aanwezig is.

Kortom, de juiste hoeveelheid licht in de stal is erg belangrijk.

(Pichler, 2009)

5.2. Geluid

In de optimale stal is weinig geluid, koeien hebben een beter gehoor dan mensen. Koeien ondervinden dan ook snel stress van geluid (Jaeggi, 2014).

Geluid is onder te verdelen in kortdurend en langdurend geluid. De koe ondervindt de meeste stress aan het langdurende dan van het kortdurende geluid. Het kortdurende geluid is bijvoorbeeld het geluid van de voermengwagen, het langdurende geluid wordt door bijvoorbeeld een ventilator veroorzaakt. Als er gebruik wordt gemaakt van ventilatoren kan er voor een grotere diameter worden gekozen, zo wordt er minder geluid veroorzaakt.

De richtlijnen voor geluidsniveau zijn onderverdeeld in drie tijdsperiodes, namelijk: 's nachts, overdag buiten melk en vreettijden, en voor de boer tijdens het melken.

De richtlijn voor 's nachts is dat het geluidsniveau niet meer dan 45 decibel mag bedragen, zodat de koe optimaal uit kan rusten. Om deze 45 decibel niet te overschrijden kunnen de ventilatoren zachter worden gezet of een grote ventilator kan worden gemonteerd. Een voordeel is dat er in de nacht door een lagere temperatuur minder geventileerd hoeft te worden.

Overdag, met uitzondering van melk en voertijden, is de richtlijn om niet meer dan 55 decibel geluid te produceren, gemeten op dierniveau. Wordt deze richtlijn overschreden dan kan de koe niet optimaal uitrusten of ontspannen herkauwen.

Bij het melken in de melkstal is de richtlijn om niet meer dan 65 decibel geluid te produceren. Deze richtlijn is er zodat de boer geen gehoorschade oploopt, zeker omdat er op veel bedrijven minstens 2 uur per dag gemolken wordt is deze richtlijn belangrijk.

Het geluid in de melkstal kan eenvoudig worden gereduceerd door de vacuümpompen in een gedempte ruimte te plaatsen, of om geluidsdemping in de melkstal te hangen. (Pichler, 2009)

5.3. Temperatuur

De optimale temperatuur in rundveestallen ligt tussen de 4 en 16°C. Als de temperatuur buiten dit bereikt komt reageren de koeien door fysiologische aanpassingen te ondergaan. Bij de temperaturen lager dan 0°C gaat de koe meer voer opnemen om warm te blijven. Temperaturen tot -20°C zijn onschadelijk voor de koeien. In Nederland zal kou dus geen enkel probleem voor de koeien vormen. (Hofmann, 2012)

Warmte is echter een wel probleem, zoals eerder beschreven lijdt de combinatie van warmte en vocht tot hittestress. De temperatuur is makkelijk te meten.

De staltemperatuur is samen met andere factoren bepalend voor de groeisnelheid van bacteriën. De meeste bacteriën, waaronder E. Coli delen het snelste bij 37°C. Bij 4 tot 7 °C (koelkasttemperaturen) groeien bacteriekolonies langzamer, de kolonies blijven dan vaak zo klein dat ze geen besmetting veroorzaken. (RIVM, 2015)

5.4. Luchtvochtigheid

Een hoge luchtvochtigheid zorgt ervoor dat de koe slecht haar latente warmte kwijt kan. Hittestress hangt, zoals in hoofdstuk 1 is beschreven, af van temperatuur en luchtvochtigheid.

Luchtvochtigheid is naast een factor voor hittestress ook een belangrijke factor als het gaat om diergezondheid. Als er veel vocht in de lucht zit verspreiden ziektekiemen zich makkelijker, delen ze sneller en komen ze makkelijker het lichaam binnen (RIVM, 2015). Zowel voor de gezondheid van koe als boer is een hoge luchtvochtigheid schadelijk. Een natte koe blijft langer nat in een vochtige omgeving doordat er weinig vocht wordt onttrokken. Vocht is een belangrijk groeimedium voor bacteriën, het is dus van belang om de stallucht, de koeien en de stalmaterialen droog te houden.

De relatieve luchtvochtigheid is optimaal tussen de 60 en de 80 procent. De gemiddelde luchtvochtigheid van 82% is dus te hoog. Luchtvochtigheid in de stal is gemakkelijk te meten met een luchtvochtigheidsmeter.

(Pichler, 2009) (Zentner, 2008)

5.5. Ventilatie

Om schadelijke gasen af te voeren wordt geventileerd. De belangrijkste gasen met bijbehorende maximumnormen zijn:

- CO₂, koolstofdioxide en CO koolmonoxide 3000 ppm;
- NH₃, ammoniak maximaal 10 ppm;
- CH₄, methaan;
- H₂S, zwavelwaterstof 1 tot 5 ppm;
- HCN, blauwzuurgas.

(Varkenshouderij, 2005) (Swetska, 2010)

Bovengenoemde gasen zijn schadelijk indien ze in concentraties hoger dan de norm voorkomen. De gasen worden afgevoerd uit de stal doormiddel van ventilatie. Bij de berekening van minimumventilatie wordt rekening gehouden dat de concentratie van bovengenoemde gasen niet te hoog oploopt in de stal, tevens wordt er rekening met de RV gehouden.

De ventilatiedoelen voor minimumventilatie zijn:

- Maximaal 2000 ppm CO₂;
- Maximale RV van 80%;
- Maximaal 10 ppm NH₃.

De minimumventilatie komt neer op ongeveer 1m³ per 5 kilogram lichaamsgewicht.

De maximumventilatie wordt berekend door het temperatuurverschil van binnen ten opzichte van buiten. Dit verschil wordt berekend op 3 °C verschil tussen buiten en binnen, wat ongeveer neerkomt op 1m³ per kilogram lichaamsgewicht. De gasconcentraties in een stal kunnen
(Has Hogeschool, Reader informatie microklimaat)

5.6. Luchtstromen

De luchtstromen in een stal worden veroorzaakt door ventilatie en zijn dus niet te vermijden. Het dient wel voorkomen te worden dat er tocht ontstaat in een stal.

Tocht is een luchtstroom van koude lucht op het dier, deze luchtstroom veroorzaakt een sterke afkoeling. Tocht wordt vaak beschreven met de tochtwaarde TW. Als richtlijn wordt 75cm/s. °C als maximaal toelaatbare tochtwaarde aangegeven. De TW wordt als volgt berekend: $TW = \Delta T \times v_{lucht}$. Met ΔT het verschil in temperatuur in °C en v_{lucht} de luchtsnelheid in cm/s op dierniveau.

Bij het installeren van een ventilatiesysteem waarbij, bij een debiet van 485m³ per uur, het temperatuurverschil op dierniveau op kan lopen tot 3°C, geldt het onderstaande: Om de tochtwaarde niet boven de 75cm per seconde te laten stijgen, mag de luchtsnelheid maximaal 25cm per seconde zijn. De minimale oppervlakte waarover de frisse lucht verdeeld moet worden is 0,54 m².

6. Huisvesting bij hittestress: Bestaande systemen

Door de stal aan te passen, kan het klimaat in de stal gunstiger worden gemaakt voor de koe en de veehouder. Hierbij kan bijvoorbeeld luchtverplaatsing of temperatuurverschil in de stal worden gecreëerd. Er worden verschillende systemen toegepast in de melkveehouderij. Sommige systemen kunnen in elke huidige stal toegepast worden, en andere systemen kunnen alleen bij nieuw te bouwen stallen worden toegepast.

6.1. Ventilatoren

De meest eenvoudige manier om de gevolgen van hittestress te beperken, is het ophangen van ventilatoren. De ventilatoren kunnen op verschillende manieren worden opgehangen en aangesloten. Er zijn automatisch geregelde systemen met frequentieregelaars die de ventilatoren besturen. Er zijn verticale en horizontale ventilatoren, de horizontale ventilator heeft een hoger toerental en kleinere diameter dan de verticale. De verticale wordt daarom ook wel High Volume Low Speed ventilator genoemd. (Kammel, 2003)

Indien een koe het warm heeft, gaat deze verkoeling zoeken. Een ventilator boven de voergang stuurt de runderen naar de voergang. Een ventilator boven de ligboxen, zorgt ervoor dat de koeien meer gaan liggen. Kortom, ventilatoren zijn niet alleen goed om de hittestress te verminderen, maar ook om het eet of liggedrag te stimuleren. (DeLaval, z.d.)

Doordat de ventilator blijft blazen, blijft er geen 'dode lucht' in de stal hangen. Bij een vakkundige installatie wordt er geen schadelijk gas uit de mestkelder getrokken. Ventilatoren kunnen in combinatie met andere systemen worden gebruikt.

Het koeffect van een ventilator bij 21 °C en een luchtsnelheid van 0,5m/s is ongeveer 1,87 °C. Hoe hoger de luchtsnelheid, hoe groter het koeffect. Dit wordt de "chillfactor" genoemd. Bij een temperatuur van 30°C en een luchtsnelheid van 2,5m/s is het koeffect 5,56 °C.

Voordelen:

- Verhogen de relatieve luchtvochtigheid van de stal niet;
- Zijn relatief goedkoop in aanschaf en gebruik;
- Zorgen voor een snellere circulatie van lucht in de stal;
- Verlagen de luchtvochtigheid in de stal;
- Kunnen de koe sturen naar bijvoorbeeld de voergang.

Nadelen:

- Werken slechts totdat de staltemperatuur gelijk is aan de lichaamstemperatuur. Indien de staltemperatuur hoger is dan de lichaamstemperatuur moeten de ventilatoren worden uitgeschakeld;
- Alleen werkzaam als de koe in de luchtstroom van de ventilator staat.

Een horizontale ventilator is verkrijgbaar vanaf €435,- met 6 rotorbladen. De ventilatoren kunnen het beste boven de ligboxen en de voergang worden opgehangen, zodat de voeropname gelijk blijft en het rustgedrag gehandhaafd blijft. HVLS ventilatoren komen qua prijs ergens tussen de \$4000 en de \$5000 uit, afhankelijk van de diameter. (Kammel, 2003)

De gehele stal kan dus van ventilatoren worden voorzien vanaf enkele duizenden euro's. Bij de plaatsing moet rekening met de luchtstromen in de stal worden gehouden. De ventilator mag niet de luchtstroom van de natuurlijke ventilatie belemmeren.

6.2. Sprayers, vernevelaars

Een sprayer wordt ook wel verneveling genoemd. Een sprayer koelt de lucht af door waterdruppels onder hoge druk te vernevelen. Deze verdampen en onttrekken daarmee warmte energie. De temperatuur daalt en de absolute luchtvochtigheid en relatieve vochtigheid stijgen.

Een afkoeling van één graad Celsius verhoogt de luchtvochtigheid met ongeveer 5%. De THI wordt door de temperatuurdaling verlaagd maar stijgt weer door de luchtvochtigheidtoename. Uiteindelijk hebben sprayers wel een positief effect op het verlagen van de THI.

Er zijn verschillende soorten sprayers.

- Water wordt verneveld boven de koeien;
- Water wordt verneveld als een gordijn bij de inlaat van de stal. Zo wordt alle binnenkomende lucht afgekoeld. De stal moet dan wel goed geïsoleerd zijn (zie "cross ventilation barn");
- Water wordt bij de stuwventilator verneveld, daar is veel luchtstroom en dus is het vrij makkelijk om water direct te laten verdampen.

Indien de koe vochtig wordt is dat geen probleem, maar de koe mag niet drijfnat worden. Het uier mag niet nat worden, zeker niet doordat de koe in een natte ligbox ligt.

Voordelen:

- Verlagen de staltemperatuur met ongeveer 4 á 5 °C;
- Zijn te gebruiken in combinatie met ventilatoren, of rechtstreeks op de koe;
- Relatief goedkoop in aanschaf en gebruik, kosten Arizona: \$240,- per koe (VanBaale, 2004);
- Koeien worden niet drijfnat.

Nadelen:

- Verhogen de relatieve luchtvochtigheid in de stal, waardoor de koe hitte slechter af kan staan;
- Zijn toepasbaar tot en met een luchtvochtigheid van 70%. In Nederland ligt deze vaak hoger;
- Is ongeschikt indien water schaars is;
- Door de hogere luchtvochtigheid is er meer bacteriedruk.

(Elite magazin, 2012)

6.3. Korral Kool

Het Korral Kool koelsysteem wordt toegepast in Saoedi Arabië. Het is een systeem wat met het mist principe werkt om te koelen.

Op haar website heeft Korral Kool de technische gegevens over het systeem gepubliceerd.

De belangrijkste punten zijn dat het systeem met 1 koelunit 14 koeien koelt. De units worden geleverd in 129cm en 152 cm doorsnee. Deze unit laat de temperatuur van de binnenkomende lucht met maximaal 19°C dalen. Dit gebeurt doordat er water wordt toegevoegd aan de lucht. Doordat de koe nat wordt is het werkelijke koeleffect nog groter. Automatische computercontrole zorgt ervoor dat de water injectie zo wordt geregeld dat maximale water efficiëntie wordt behaald.

In wetenschappelijk onderzoek door VanBaale in Arizona is het Korral Kool systeem vergeleken met een spray en fan systeem uit hoofdstuk 6.2. De melkproductie bij gebruik van het Korral Kool systeem ligt 1,1 kg hoger dan bij het convectionele koelsysteem. Daarnaast komen bij het Korral Kool systeem minder mastitisgevallen voor

Het Korral Kool systeem verbruikt meer en water stroom per koe per dag. Bij het onderzoek zijn ook de investeringskosten en bedrijfskosten in kaart gebracht van beide systemen, het Korral Kool systeem kosten \$472,- per koe, de sprayers en fans kosten \$234,- per koe.

De variabele kosten van Korral Kool liggen in Arizona op \$0,15 per koe per dag, in vergelijking met \$0,11 voor het spraysysteem (VanBaale, 2004). Het is eenvoudig om te beredeneren dat \$0,04 besparing niet opweegt tegen 1,1 kilogram extra melk, betere vruchtbaarheid en een betere diergezondheid.

De ventilatie tussen de verschillende koelers varieert tussen de 50970 m³ en 86989m³ per uur. Dit is per koe tussen de 3600m³ en 6200m³ per uur. Ter vergelijking: de maximumventilatie in Nederland wordt op ongeveer 550m³ geadviseerd (WUR handboek melkveehouderij, 2011). Het watergebruik door de units varieert tussen de 45 en de 522 liter per uur, afhankelijk van de grootte van de unit en de gekoelde hoeveelheid.

De koelunits zijn verkrijgbaar met een vermogen van 2,2kW en 3,7kW voor de 129cm versie. Bij de 152cm serie kan er ook voor een 5,6 kW motor worden gekozen.

Na navraag via de mail zijn nog enkele andere gegevens verstrekt, namelijk:

Het systeem bestaat uit drie delen, die voor elk bedrijf apart worden gedimensioneerd. Deze drie delen zijn:

- De koeler;
- De pompmodule;
- Het gordijnsysteem.

De prijs die er wordt gegeven hangt erg af van het project. Volgens dhr. Carlson kost het systeem tussen de \$1.000,- en de \$1.200,- per koe, omgerekend €890,- tot €1.060,- volgens de huidige wisselkoers (wisselkoers.nl, 2015). Carlson schrijft ook dat het systeem een verwachte levensduur van 25 tot 30 jaar heeft.

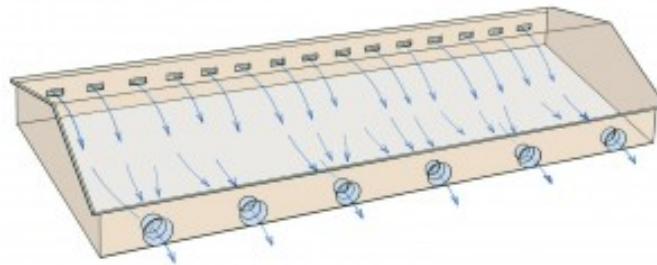
Het Korral Kool systeem wordt in Saoedi Arabië ingezet en heeft hier een terugverdientijd van minder dan 12 maanden.

Dhr. Carlson schrijft dat het voordeel van het systeem niet alleen een hogere melkproductie is. Ook een daling in de miskramen, hogere geboortegewichten, en een

hoger bevruchtigingspercentage. Deze gevolgen zijn in deze rapportage onderbouwd in hoofdstuk 2.: *Fysiologische gevolgen van hittestress*.

6.4. Cross ventilation

Cross ventilation stallen worden in Amerika toegepast. Dit stalconcept belooft jaarrond een gunstig klimaat voor rundvee. Cross ventilation is rendabel vanaf ongeveer 400 koeien. In Nederland is er nog geen Cross ventilation stal. Het ventilatieprincipe is in figuur 12 schematisch weergegeven.



Figuur 12: Schematische weergave cross ventilation.

Bron: Abbi-Aerotech

De lucht wordt aan de zijkant van de stal door ventilatoren naar binnen geblazen, en aan de andere zijkant wordt de lucht uit de stal getrokken. De binnenkomende lucht wordt door het verdampen van water gelijk gekoeld voordat deze bij de koeien komt. In een cross ventilation stal wordt de lucht gekoeld door een watergordijn. Dit is een waterval van koud water langs de gehele zijkant, hierdoor koelt lucht af en stijgt de relatieve luchtvochtigheid in de stal.

Doordat de relatieve luchtvochtigheid in de stal stijgt, is dit staltype alleen te gebruiken in combinatie met zand in de ligboxen. De cross ventilation stal is dus niet erg flexibel. Er zitten ook nog andere nadelen aan de stal (House, 2010).

De Cross Ventilation heeft een zeer flauwe of helemaal geen dakhelling, en is buiten de ventilatoren geheel luchtdicht. Hierdoor ziet de stal erg industrieel uit. Het staltype past hiermee niet in de wensen die NZO heeft om de melkveehouderij transparant te houden (LTO, 2011).

Voordelen:

- Verlaagt staltemperatuur;
- Koeien blijven droog;
- Combineert verdamping met luchtverplaatsing.

Nadelen:

- Verhoogt relatieve luchtvochtigheid;
- Gebruik van matrassen niet meer mogelijk;
- In Nederland is de kennis en ervaring mogelijk niet aanwezig;
- Hoog watergebruik van 1,7 tot 6,6 liter/koe/uur, afhankelijk van benodigd koelvermogen;
- Stal past niet in het Nederlandse beeld van de melkveehouderij.

(Smith, 2006)

6.5. Sproeiers

Sproeiers worden ook wel sprinklers genoemd. Ze worden ingezet om de koeien nat te maken. Doordat het water vervolgens verdampt ontstaat een verkoelend effect.

Er zijn verschillende soorten sproeiers en sprinklers. Voor buiten bestaan er sproeiers die ver spuiten en veel water spuiten. Deze zijn geschikt om een grote hoeveelheid koeien snel af te koelen. Deze sproeiers kunnen worden gebruikt als de koeien ver naar de wei moeten lopen, bijvoorbeeld in Amerika of Australië.

Er zijn ook sproeiers voor binnen welke vaak sprinklers worden genoemd. Sprinklers maken de koe wel nat, maar op een rustige manier. Vaak hangen deze sprinklers boven de voergang, in combinatie met een ventilator boven de ligboxen.

Sprinklers worden aangesloten op een tijdschema. Om de tien minuten gaat dan 1 minuut de sprinkler aan. Dit tijdschema is nodig omdat de koe pas gekoeld wordt tijdens het opdrogen, en als de koe droog is kan deze weer nat worden gemaakt.

Het opdrogen gaat het makkelijkst onder de ventilator. De combinatie sprinkler en ventilator levert optimale koeling. (Suadsong, 2012)

Er zit echter wel een nadeel aan sprinklers. Namelijk dat de sprinklers de stal bevochtigen. Een vochtig klimaat is een optimale leefomgeving voor bacteriën en andere ziektekiemen. Een hogere relatieve vochtigheid zorgt tevens voor minder warmte die het lichaam kan verlaten door middel van verdamping.

Voordelen:

- Goedkoop in aanschaf en in gebruik;
- Ideaal voor buitengebruik;
- Verlagen de hittestress.

Nadelen:

- Koeien krijgen een natte rug;
- Stal wordt vochtig of nat;
- Infectiedruk stijgt;
- Door een hogere relatieve luchtvochtigheid kan de koe haar warmte slechter kwijt;
- Is ongeschikt als water schaars is.

7. Cow-Wellness® stalconcept

Stalbouw.NL te Bunnik is het adviesbureau voor rundveestallen in heel Nederland. Daarnaast werkt het bureau vaak aan internationale projecten.

Door de huidige regelgeving binnen de melkveehouderij is bedrijfsuitbreiding vaak niet mogelijk. Voor het milieu is ammoniakemissie een issue, de maatschappij vraagt om transparantie, en de boer wil graag een rendabele stal. Omdat stalbouw.nl deze ontwikkelingen heeft gezien is het bedrijf een oplossing gaan bedenken. De oplossing voor de bovenstaande problemen is het Cow-Wellness® stalconcept.

7.1. Wat is het Cow-Wellness® stalconcept?

Het Cow-Wellness® stalconcept is een stalontwerp waarbij welzijn van de koe wordt gecombineerd met de huidige en toekomstige wet- en regelgeving. Met oog voor maatschappij, boer en milieu.

Stalbouw.NL wilde een stalconcept bedenken dat aan de volgende eisen voldoet:

- De ammoniakemissie van de melkveehouderij moet verder omlaag worden gebracht uit duurzaamheidsoogpunt en om te voldoen aan de regelgeving;
- De koe moet zichtbaar blijven voor de buitenwereld zodat maatschappelijk draagvlak wordt gecreëerd voor het stalconcept;
- De productie per koe moet omhoog uit duurzaamheidsoogpunt en om marge voor de melkveehouder te creëren;
- De levensproductie per koe moet omhoog uit duurzaamheidsoogpunt;
- Weidegang moet mogelijk blijven.

Het adviesbureau is met deze eisen aan de slag gegaan en heeft als het Cow-Wellness® stalconcept ontwikkeld.

De Cow-Wellness® stal zal een volledig geconditioneerde stal worden met mechanische ventilatie. De stal zal 's zomers gekoeld worden door de toepassing van warmtewisselaars en een bodemwisselaar. Er is gekozen voor deze manier van koeling omdat met ditzelfde systeem 's winters de binnenkomende lucht voorverwarmd kan worden. De koe zal zichtbaar blijven doordat er glazen zijwanden in de stal worden geplaatst. Op de luchtuitlaat van de stal komt een luchtwasser.

Het Cow-Wellness® principe is nog niet in te bouwen in bestaande stallen, maar kan wel bij een nieuwe stal worden toegepast. De doelgroep ligt bij de bedrijven met meer dan 100 koeien, het systeem wordt namelijk aantrekkelijker doordat bij deze bedrijven sprake is van een kortere terugverdientijd. Het systeem verdient zichzelf, na aftrek van rente en onderhoudskosten, terug in ongeveer 5 jaar.

7.2. Koeling

De Cow-Wellness® stal zal gekoeld worden door een bodemwisselaar in combinatie met een warmtewisselaar. Het bedrijf dat hier de kennis en kunde van heeft is Inno+ in Panningen. Stalbouw.NL heeft daarom samen met Inno+ het Cow-Wellness® concept gecreëerd. In dit hoofdstuk wordt er onderscheid gemaakt tussen de bodemwisselaar en de warmtewisselaar.

7.2.1. Bodemwisselaar

Een bodemwisselaar is bedoeld om warmte uit te wisselen met de bodem, en hierdoor 's zomers water af te koelen en 's winters water op te warmen. Bodemwisselaars worden al toegepast in klimaatsystemen bij de intensieve veehouderij en in de industrie.

De bodemwisselaar kan op twee manieren worden uitgevoerd, namelijk een gesloten wisselaar en een open wisselaar. De gesloten wisselaar is er in een horizontale en een verticale variant. De open wisselaar is alleen in een verticale variant beschikbaar.

De **horizontale** gesloten bodemwisselaar bestaat uit een lange ondergrondse slang, die warmte afstaat en opneemt van de omliggende grond. De slang wordt op ongeveer 4 meter diepte gelegd. Bij ruimtegebrek kan de slang ook onder de stal worden gelegd.

Voordat de slangen kunnen worden gelegd worden er sleuven gemaakt. Er worden 4 slangen per sleuf gelegd, dus voor vier kilometer slang moet er één kilometer sleuf worden gegraven van vier meter diep. Deze sleuven zijn ongeveer 28 cm breed en liggen 130 cm uit elkaar.

De capaciteit van de horizontale bodemwisselaar is als volgt te berekenen voor zandgrond:

Lengte slangen in km = Aantal m³ geventileerde lucht / 2.000

Voor kleigrond dient de capaciteit met 20% te worden verhoogd.

Per km slang moet 250 meter sleuf gemaakt worden.

Per 16 melkkoeien is 4 kilometer slang nodig, hiervoor moet 1 kilometer sleuf worden gegraven.

Het systeem dient zo gedimensioneerd te worden dat de weerstand over de bodemwisselaar niet groter is dan 0,5 bar. Tevens moet elke slang evenveel water krijgen, dit laatste is slechts van toepassing als de slangen parallel worden gelegd.

Er zijn twee uitvoeringen mogelijk:

- De slangen kunnen parallel worden gelegd, met aan de kopse kanten een verdeler;
- De slangen kunnen rond worden gelegd, waarbij de begin en eindsleuf bij elkaar uitkomen.

Bij de **verticale** gesloten bodemwisselaar wordt toegepast als er geen plek is voor een horizontale warmtewisselaar. Bij deze bodemwisselaar dienen boringen gemaakt te worden van ongeveer 100 meter diep. Hierin wordt een enkele U of een dubbele U aan slangen gelegd. De boringen dienen minimaal 5 meter uit elkaar geplaatst te worden. De wisselaar is vergunningsvrij, mits er geen belemmeringen zijn aangaande bestemmingsplan (bv archeologische waarde).

Ook bij dit systeem mag de weerstand over de bodemwisselaar nooit groter zijn dan 0,5 bar. Per 1250m³ ventilatiecapaciteit moet er op zandgrond 1 bron van 100 meter diep worden geboord. Bij kleigrond moet er wederom 20% meer worden gedimensioneerd. Op zandgrond zijn er per 5 koeien 2 bronnen van 100 meter diep nodig.

Een verticale gesloten bodemwisselaar kan deels aangevuld worden met een open bron. Er wordt een platenwisselaar op de aanvoerleiding gezet. Via deze platenwisselaar kan er via direct grondwater energie overgedragen worden aan het interne systeem. Er dient wel een mogelijkheid te zijn om het grondwater weer te lozen of terug te brengen in de bodem, voor de open bron dienen ook vergunningen aan te worden gevraagd.

De **open bodemwisselaar**, ook wel open bron genoemd, werkt als volgt: Middels een grondboor wordt er een boring gemaakt. De diepte is afhankelijk van het watervoerend pakket en zit meestal op een diepte van 30 tot 60 meter. Er worden minimaal twee putten gemaakt: een onttrekkingsput om water op te pompen en een infiltratieput om water terug te lozen. Deze putten worden ook wel koude- en een warmteput genoemd.

In de zomer wordt er uit de koudeput water opgepompt, dit water gaat door de warmtewisselaar en dan, reeds enkele graden opgewarmd, de warmteput in. 's Winters wordt de werking omgedraaid: Dan stroomt het water vanuit de warmteput weer terug naar de koudeput.

Een open bron wordt gedimensioneerd op 2m³ grondwater per 2500 m³ ventilatiecapaciteit. De capaciteit van de een grondwaterbron ligt ergens tussen de 30 en de 80 m³ water per uur en is locatieafhankelijk. Een bron van 30 m³ per uur is voldoende voor een stal van maximaal 75 koeien. Een bron van 80 m³ per uur kan een stal tot en met 200 koeien koelen. Bij een open bodemwisselaar moeten vergunningen aan worden gevraagd. De gesloten bodemwisselaars zijn vergunningsvrij.

7.2.2. Warmtewisselaars

Met alleen een bodemwisselaar is het systeem nog niet compleet. Het water wat in de bodem wordt gekoeld moet warmte op kunnen nemen uit de stal. Dit gebeurt door warmtewisselaars in de inlaat van de stal.

De **warmtewisselaars** worden door Inno+ als units geleverd. Door deze units stroomt koud water vanuit de bodemwisselaar om de langs stromende lucht af te koelen. De maximale luchtsnelheid binnen de unit is 1,8 meter per seconde. De watersnelheid hierbij is afhankelijk van het type warmtewisselaar.

De warmtewisselaars worden op de volgende wijze gedimensioneerd: voor elke 5700 m³ geventileerde lucht is er één vierkante meter luchtinlaat door een warmtewisselaar nodig. Per 100 koeien wordt geadviseerd om 8,4 m² warmtewisselaar te installeren.

De oppervlakte van de warmtewisselaar wordt bij de Cow-Wellness® in de gevel verwerkt. Als de lucht in de warmtewisselaar wordt geblazen komt deze eerst in een drukruimte. Hierna wordt de lucht evenwijdig over de warmtewisselaar verdeeld. De drukruimte is ongeveer 3 meter diep. De warmtewisselaar zelf is 33cm diep. Na de warmtewisselaar komt de lucht gekoeld in een kanaal waar deze door wordt getransporteerd naar de koeien.

De warmtewisselaar werkt als volgt:

Het water stroomt de warmtewisselaar in en wordt hier verdeelt over dunne buizen van 10 mm buitenkant. Per blok zijn er 10 buizen op een rij en 22 rijen achter elkaar. Dit zijn in totaal 220 buizen. De buizen, elk 160 cm lang, liggen in de lengterichting. De oppervlakte van de buizen aan de luchtzijde is ongeveer 11 vierkante meter. De weerstand waterzijdig over de warmtewisselaar is ongeveer 0,02 bar.

Doordat de lucht aan de buitenkant van de buizen stroomt en het water aan de binnenkant dragen de buizen warmte over. De warmtestroom kan van de lucht naar het water gaan en andersom. In de praktijk kan de wisselaar dus koelen en verwarmen. Bij

de luchtwisselaar wordt geen warmtepomp toegepast, het energiegebruik is hierdoor laag.

7.2.3. Luchtstromen

De warmtewisselaars en de grondwisselaar zijn al eerder in dit hoofdstuk beschreven. In deze paragraaf wordt beschreven hoe de luchtstromen in de stal worden gestuurd. Hierbij wordt rekening gehouden met drukverschillen.

De luchtstroom door de warmtewisselaars moet voor een gunstig klimaat nauwkeurig geregeld kunnen worden. Bij natuurlijke ventilatie zorg de hoogte van de nok en de wind voor ventilatie, hierdoor is de ventilatie erg moeilijk te sturen de mogelijkheid om een luchtwasser te plaatsen is uitgesloten. In de Cow-Wellness® stal is daarom voor mechanische ventilatie gekozen. Bij mechanische ventilatie wordt de ventilatie helemaal door ventilatoren bepaald die zijn aangesloten op een klimaatcomputer.

Deze klimaatcomputer wordt niet door Inno+ gemaakt, maar door StienenBE, te Nederweert. StienenBE is fabrikant van klimaatcomputers, ventilatoren en warmtewisselaars, en verzorgt hele ventilatiesystemen voor de varkenshouderij, pluimveehouderij en melkveehouderij. Zij nemen de ventilatie van het Cow-Wellness® stalconcept voor hun rekening.

De binnenkomende lucht in de Cow-Wellness® stal wordt afgekoeld in een warmtewisselaar aan de voorgevel van de stal, daarna wordt de lucht door grote buizen getransporteerd bovenin de stal. Bij de ligboxen komt de lucht uit de buizen. Als de koe in de ligbox ligt krijgt deze frisse lucht van ongeveer 18 °C in de zomer. In de winter wordt de binnenkomende lucht voorverwarmd tot ongeveer 6 °C.

De lucht wordt in de warmtewisselaar geblazen door ventilatoren van het merk StienenBE. Dit betreffen ventilatoren met een doorsnede van 92cm en een capaciteit van 28.210 m³ per uur bij 30Pa tegendruk, bij een tegendruk van 100 Pa is de capaciteit afgenomen tot 25.820 m³ per uur. De benodigde capaciteit is 24.250 m³ per uur.

Bij de luchtwasser wordt met een tegendruk van 85 Pa gerekend, bij goed onderhoud van de luchtwasser zal de tegendruk lager dan 85 Pa blijven. Over de warmtewisselaars is een tegendruk van 17 Pa gebruikelijk.

Alle ventilatoren worden aangestuurd door frequentieregelaars, die aangestuurd worden door een klimaatcomputer van StienenBE. Deze klimaatcomputer is de CL-5000-i. Als optie is het pakket Farmconnect aangeboden, deze service houdt in dat StienenBE op afstand klimaatgegevens bekijken en de klimaatcomputer bedienen. Problemen kunnen door dit pakket snel worden opgelost.

De lengte van de kokers hangt af van de lengte van de stal. Hoe langer de stal is hoe langer de kokers zullen zijn. De doorsnee van de buis is afhankelijk van de totale lucht die door deze buis geventileerd moet worden. De maximale luchtsnelheid in de ventilatiebuis is 2 meter per seconde. Per koe is er een oppervlakte van 750 cm² nodig in de buis.

Bij de Cow-Wellness® stal wordt gebruik gemaakt van een centrale afzuiging . Deze wordt bovenin de stal gemonteerd. Het betreffen grote kanalen met een doorsnee oppervlakte van 1m² per 9000m³/u geventileerde lucht. De luchtsnelheid in deze koker wordt dan 2,5 meter per seconde. De centrale afzuiging is nodig door de luchtwasser. In de gevallen waar er niet met een luchtwasser wordt gewerkt hoeft de afzuiging niet meer centraal plaats te vinden.

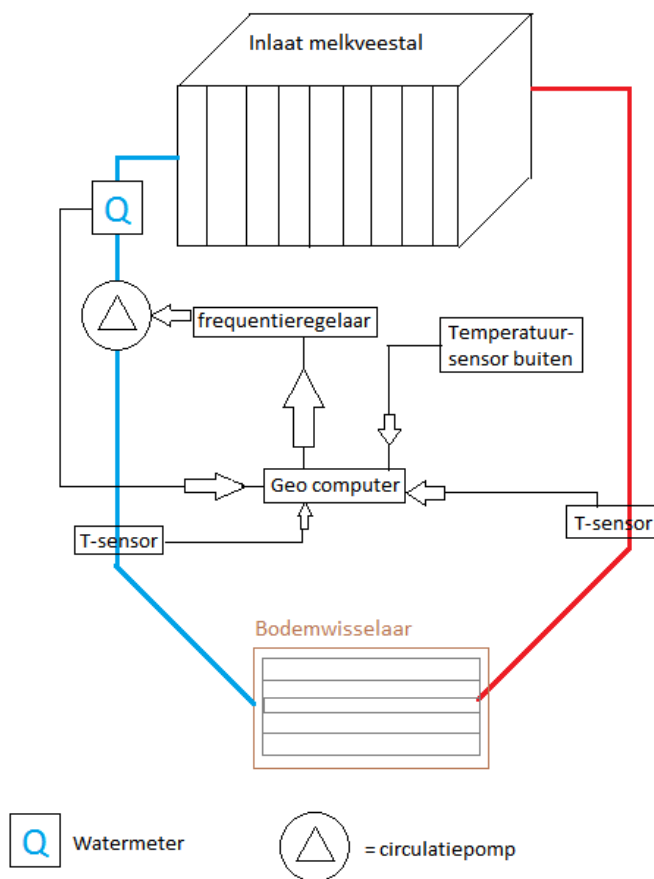
Tot zover zijn alleen de losse onderdelen van de koeling beschreven. Daar komt nog bij dat het water ook rondgepompt moet worden, en dat deze pompen aangestuurd moeten worden door een Geo computer. Deze computer moet metingen kunnen verrichten via sensoren. Er is één binnenvoeler nodig, twee buitenvoelers en één watermeter.

De capaciteit van de **circulatiepomp** wordt gedimensioneerd op 1,5m³ water per kilometer slang. Anders gezegd: per 10 koeien is er 3m³ water per uur nodig.

Omdat de circulatiepomp niet altijd volop hoeft te draaien kan er een frequentieregelaar worden geïnstalleerd. Deze frequentieregelaar wordt door de Geo computer aangestuurd.

Het energiegebruik van de pomp varieert van 8m³ per kWh tot 12m³ per kWh. De pompen vanaf 50m³ per uur halen het hoogste rendement. Doordat met een frequentieregelaar wordt gewerkt neemt het vermogen van de pomp bij benadering lineair af met de verpompte hoeveelheid water.

In figuur 13 wordt de werking van de koeling schematisch weergegeven.



Figuur 13: Schematische weergave koeling met bodemwisselaar

7.3. Luchtwater

De vraag vanuit de markt naar stallen met een luchtwater stijgt, luchtwaters zijn in de varkenshouderij namelijk steeds gebruikelijker aan het worden. In Nederland had in 2014 38% van de bedrijven met varkens een luchtwater. (Boerenbusiness, 2015). De rundveesector is nog niet zo actief met luchtwaters. De eerste luchtwater op een melkveehouderij stamt uit 2012. Deze was destijds geplaatst in verband met Natura 2000 wetgeving. (Colenbrander, 2012)

7.3.1. Waarom een luchtwater?

Een luchtwater zuivert ammoniak uit de lucht die de stal uit stroomt. Een luchtwater kan tot wel 95% van de uitgaande ammoniak reduceren en reduceren daarnaast ook de geuruitstoot van een bedrijf met 30%.

Ammoniak is schadelijk voor het milieu: Dit komt omdat ammoniak in de lucht reageert met aanwezige zuren, daardoor ontstaan er ammoniakzouten. Deze ammoniakzouten worden weer uit de lucht verwijderd door natte depositie (regen), of ze worden geadsorbeerd aan planten, bodem en water, dit laatste wordt droge depositie genoemd (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2015). Luchtwaters reduceren ongeveer 90% van de ammoniakuitstoot.

Stalbouw.nl ziet in haar markt dat bij elke stal wel emissiebeperkingen nodig zijn om aan de Nederlandse wetgeving te kunnen voldoen. Omdat de regels met betrekking tot emissie op bedrijfsniveau steeds strenger worden, wilde Stalbouw.nl in één keer 95% minder ammoniak produceren dan geëist wordt. Stalbouw.nl denkt met deze 95% verlaging in emissie zeker klaar te zijn voor de komende 30 jaar. Na enkele mogelijkheden te hebben vergeleken bleek de luchtwater de meest interessante oplossing te zijn.

7.3.2. Verschillende soorten en hun werking

Inno+ is producent van verschillende soorten luchtwaters. Bij de aanschaf van een water kan de ondernemer uit verschillende type waters kiezen met elk verschillende voor en nadelen. Een korte opsomming van de verschillen die in deze paragraaf worden uitgelegd is:

- Chemische of biologische luchtwaters;
- Dwarsstroom of een tegenstroom luchtwater;
- Prefab module of een bouwkundige water.

De keuze tussen een chemische en biologische water is onder andere afhankelijk van de staltemperatuur. Een biologische luchtwater is erg afhankelijk van de staltemperatuur. Beneden 15 °C en boven 45 °C vindt er onvoldoende nitrificatie plaats in de water. Dit wordt veroorzaakt doordat de luchtwater werkt met bacteriën. Deze bacteriën binden ammoniak door middel van nitrificatie. Doordat de Cow-Wellness® stal 's winters op 6 °C wordt geconditioneerd is de biologische water geen optie. De keuze gaat dus uit naar een chemische luchtwater.

De chemische luchtwasser is niet afhankelijk van bacteriën. Deze wasser werkt met een zwavelzuuroplossing van 96%. Per kilo ammoniak zijn 3 kilogram zwavelzuur nodig. Het zwavelzuur reageert met de ammoniak en hieruit ontstaat het zogenaamde spuiwater. De precieze reactie die plaatsvindt tussen het waswater en de ammoniak is:

$$2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

Bij zowel de chemische als de biologische luchtwasser kan er gekozen worden tussen een dwarsstroom en een tegenstroom luchtwasser. Een dwarsstroom luchtwasser houdt in dat het waspakket verticaal wordt geplaatst, en het spuiwater hier dwars voor wordt gespreid. Het spuiwater wordt door de luchtstroom het waspakket in geblazen.

Een tegenstroom luchtwasser houdt in dat het waspakket horizontaal is geplaatst. Het spuiwater wordt over de hele oppervlakte gespreid. De lucht stroomt van onder naar boven door het waspakket en het spuiwater wordt van boven naar beneden gespreid. Hierdoor is er sprake van een tegenstroomprincipe, wat een betere wassing van de lucht oplevert. De betere wassing maakt de tegenstroom luchtwasser aantrekkelijk voor de veehouder.

De voordelen van een dwarsstroom luchtwasser zijn:

- De dwarsstroom luchtwasser is vaak compacter dan de tegenstroom luchtwasser;
- Achter de dwarsstroom luchtwasser kan een biofilter worden geplaatst.

Een biofilter bestaat uit wortelhout waar vers water overheen loopt. Dit filter kan geuren uit de uitgaande lucht verminderen.

Tenslotte heeft de veehouder nog de keuze tussen een prefab module luchtwasser of een bouwkundige luchtwasser. Het voordeel van een module is dat deze bij Inno+ wordt gemaakt en dan op transport gaat naar het bedrijf. De module is plaatsbaar, bij bestaande bedrijven hoeft geen omgevingsvergunning te worden aangevraagd. In de module kan de gehele apparatuur worden geplaatst die de luchtwasser aanstuurt.

Naast deze gehele module kan de ondernemer kiezen voor een bouwkundige luchtwasser, deze kan geheel op maat worden gemaakt tot exact de gewenste capaciteit is bereikt. Deze luchtwasser bestaat uit prefab onderdelen, de montage ter plekke is eenvoudig en kosten efficiënt. Het nadeel voor de boer is dat deze in de stal aanpassingen zal moeten doen om de luchtwasser te kunnen plaatsen. Tevens kan het zijn dat een zwaardere pomp moet worden geplaatst.

7.3.3. Dimensionering

De luchtwasser wordt als volgt gedimensioneerd:

- Voor elke 4884m^3 ventilatie per uur is er een vierkante meter wasoppervlak nodig als er niet wordt gekoeld. Dit komt ongeveer neer op 10 koeien per m^2 waspakket;
- Indien de stal wel wordt gekoeld, is er voor elke 3600m^3 een vierkante meter wasoppervlak nodig;
- Het waspakket kan niet achter mekaar worden geplaatst om meer oppervlakte te creëren, slechts de oppervlakte die direct in contact komt met vuile lucht telt als oppervlakte;
- De hoeveelheid zwavelzuur per kilogram ammoniak is 3 kilogram en 1,63 Liter;
- De vooraf gemaakte modules bestaan uit vakken van 7,2 vierkante meter;
- De vooraf gemaakte modules bestaan uit maximaal 6 vakken;
- De circulatiepomp wordt gedimensioneerd op $1,25\text{ m}^3$ water per uur per vierkante meter wasoppervlak.

De ammoniakproductie van opgestald melkvee zonder emissiearme vloer is 13 kg ammoniak per koe per jaar. Dit resulteert in een zuurverbruik van 16,3 liter per koe per jaar. De productie spuiwater is 212 liter per koe per jaar.

7.4. Isolatie

Om de stal te koelen zijn warmtewisselaars nodig, om de stal vervolgens koel te houden is isolatie nodig. Gebruik van dakisolatie met een Rc waarde van 2,5 en hoger geeft MDV punten.

In dit hoofdstuk wordt de isolatie onderverdeeld in de volgende delen:

- Dakisolatie;
- Muurisolatie;
- Glazen wand;
- Schuifdeuren.

De berekeningen zijn te vinden in bijlage II: *Isolatie Cow Wellness*.

7.4.1. Dakisolatie

De dakisolatie is afhankelijk van vele factoren. Bij de Cow-Wellness® stal zal de dakisolatie van belang zijn om het energiegebruik terug te kunnen dringen. In een optimaal geïsoleerde stal hoeft er namelijk minder gekoeld of verwarmd te worden, en hoe minder gekoeld of verwarmd wordt, hoe minder energie er wordt gebruikt.

Voor de dakisolatie van de Cow-Wellness® stal zijn verschillende leveranciers benaderd: JorisIde, Kingspan en Falck. Deze bieden alle drie sandwichpanelen met PIR schuim. PIR schuim moet worden gebruikt omdat panelen met PUR schuim niet aan brandveiligheidseisen voldoen. De buitenkant van de isolatieplaat is van metaal met een Agricoating, deze beschermt het metaal tegen invloed van ammoniak en zuren.

De veehouder heeft de keuze tussen een golfprofiel of een gekarteld profiel. Het golfprofiel is een iets duurdere variant. Bij het gekartelde profiel heeft de veehouder meer mogelijkheden in paneeldikte. Om de Cow-Wellness® stal economisch zo aantrekkelijk mogelijk te maken, wordt het golfprofiel vooralsnog buiten beschouwing gelaten.

De sandwichplaten zijn bij zowel Falk bouwsystemen en JorisIde verkrijgbaar in diktes van 40mm, 60mm, 80mm, 100mm, 120mm en 150mm. Om aan de maatlat duurzame veehouderij eisen van isolatie te voldoen moeten er minimaal 60mm platen op het dak komen.

Op het dak moeten uiteraard ook lichtplaten komen om het daglicht de stal in te laten schijnen. Deze lichtplaten zijn warmte werend, maar hebben lagere isolatiewaarde dan de sandwich panelen. De lichtplaten kunnen naar smaak worden geplaatst. Echter, minimaal 10% van de dakoppervlakte wordt geadviseerd om lichtpanelen te plaatsen.

7.4.2. Muurisolatie

Bij traditionele koeienstallen wordt vaak gebruik gemaakt van ongeïsoleerd prefab betonelementen van 140mm dikte. Bij de muur van het tanklokaal wordt gebruik gemaakt van geïsoleerde prefab betonelementen zodat de leidingen niet bevriezen.

Bij de Cow-Wellness® stal worden alle muren van geïsoleerde betonelementen gemaakt om energiekosten te besparen. De geïsoleerde betonelementen zijn met 200mm dikte 60mm dikker dan de ongeïsoleerde elementen. Hiermee dient rekening te worden gehouden in het staalwerk van de stal.

Stalbouw.nl heeft normaal gesproken twee leveranciers voor prefab betonelementen, dit zijn Moors beton en Schelfhout beton. Beide leveranciers leveren zowel elementen met en zonder isolatie. De elementen hebben aan de buitenkant een profiel van bakstenen om een vriendelijke uitstraling te creëren.

Bovenop de prefab betonelementen in de voorgevel komen geïsoleerde platen, deze kunnen door dezelfde leveranciers als het dak worden geleverd. Deze platen zijn in verschillende dikten verkrijgbaar. In de Cow-Wellness® stal worden platen van 40mm verwerkt.

7.4.3. Glazen wand

Langs beide zijanten van de stal wordt een glazen zijwand geplaatst. Deze zijwand wordt geplaatst om de koeien van buiten uit zichtbaar te houden. Glas is in verschillende isolatieklassen verkrijgbaar.

Voor de Cow-Wellness® stal wordt er gekozen voor blankfloatglas met een folie ertussen. Dit betreft volgens de fabrikant veiligheidsglas: bij breuk zal het glas niet in scherven breken, een gat in het glas is ook niet mogelijk. Het glas bestaat uit twee glasplaten met folie ertussen, deze folie is warmte werend. De Rc waarde van het glas betreft 0,8 W/M/K. Dit is ongeveer gelijk aan isolatieglas.

Het glas wordt in plaats van het gebruikelijke rolgordijn ingezet. De zijmuren van de Cow-Wellness® stal zijn als volgt voor te stellen:

Vanaf de bodem tot +/- 1m hoogte:	-	Geïsoleerd betonnen prefab paneel
Vanaf 1m hoogte tot 2m hoogte	-	Glazen zijwand
Vanaf 2m hoogte tot bovenkant muur:	-	Geïsoleerd betonnen prefab paneel

De werkelijke hoeveelheid glas gebruik in de Cow-Wellness® stal is uiteraard afhankelijk van de klant zijn voorkeur.

De Cow-Wellness® stal wordt tevens zo ontworpen dat de koe nooit aan het glas kan komen. Dit kan bijvoorbeeld worden gedaan door een enkele rij ligboxen langs de zijwand te plaatsen.

7.4.4. Staldeuren

Om de warmte buiten te houden, maar machines toch in en uit de stal te laten rijden, worden geïsoleerde schuif- of roldeuren geplaatst. De deur wordt even breed als de voergang, en vier meter hoog. Deze afmetingen zijn gekozen omdat dit altijd past.

De deuren in de Cow Wellness stal worden elektrisch bediend met afstandsbediening, dan is de deur namelijk het snelste geopend en gesloten. Wanneer de deur te lang open blijft staan dan stroomt ongewassen lucht naar buiten en stroomt ongeconditioneerde buitenlucht de stal binnen.

Het type schuifdeur waarvoor is gekozen, is een geïsoleerde deur opgebouwd uit sandwichpanelen. Deze deur heeft een isolatiewaarde van $2,63 \text{ m}^2 \text{ K/W}$. Het is belangrijk dat er geen lekluft langs de schuifdeuren binnentreedt. Daarom zijn er tochtborstels als afdichting geplaatst. Bij de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat de deuren gesloten blijven.

De veehouder kan ook kiezen voor een roldeur, ook wel overheaddeur genoemd. Deze roldeur is ook geïsoleerd. Een nadeel van overheaddeuren is dat deze naar binnen toe open gaan. Hierdoor kan het zo zijn dat luchtkanalen van de luchtinlaat of luchtwasser in de weg liggen. De Rc- waarde van de overheaddeur ligt 20% lager dan die van de schuifdeur. Dit betekent dat de schuifdeur beter is geïsoleerd.

De overheaddeur ligt in een geleidingsconstructie. Voordeel hiervan is dat deze geleidingsconstructie tegen de muur aan kan worden geplaatst op een manier dat er geen sprake is van lekluft.

De voorkeur gaat uit naar de schuifdeur. Deze heeft namelijk aan de binnenkant geen ruimte nodig om open te gaan. Waardoor de luchtkanalen niet in de weg liggen voor de deur. Het is erg belangrijk dat de schuifdeur juist wordt geïnstalleerd zodat er geen sprake is van lekluft.

7.5. Warmtebalans

Om de Cow-Wellness® stal te dimensioneren is de warmtebalans uitgewerkt. Deze uitwerking is te zien in tabel 5.

Tabel 5: Warmtebalans voorbeeldstal 140 koeien

Warmtebalans Cow Wellness stal			
Verwarmingsbronnen		Koeling	
Warmteproductie koeien	105 kW	Ventilatie	117,1 kW
Lichtbronnen	2 kW	Uitstraling	0 kW
Instraling	10,1 kW		
Ventilatie	0 kW		
Totaal	117,1 kW	Totaal	117,1 kW
Buitentemperatuur 30°C; T ingaande lucht 16°C; T Uitgaande lucht 22°C; weinig verlichting/elektronica			

Voor deze warmtebalans is rekening gehouden met de volgende punten:

- Warmteproductie van de melkkoeien;
- Warmteproductie van lichtbronnen;
- Instraling;
- Ventilatie;
- Uitstraling.

Overige invloeden, zoals warmteproductie van machine en boer, zijn buiten beschouwing gelaten omdat deze erg variabel en vrijwel verwaarloosbaar zijn.

In de tabel is te zien dat de warmteproductie van de koeien de grootste productie van warmte veroorzaakt. Dit bedraagt namelijk bijna 93% van de gehele warmteproductie. Instraling in de koeienstal kan nog enigszins verlaagd worden doordat in de warmtebalans met 60mm dakisolatie is gerekend. Sandwichplaten voor op het dak zijn beschikbaar tot en met een dikte van 150mm.

Volgens de warmtebalans moet er 113 kW aan warmte worden gekoeld. Bij maximale ventilatie zal het temperatuurverschil tussen de ingaande en uitgaande lucht dan 4 °C zijn. Bij de binnenkomende lucht moet erop worden gelet dat er geen sprake is van tocht. Dit is in hoofdstuk 6.2.3. beschreven.

Tocht is een factor die wordt veroorzaakt door een luchtstroom en een temperatuurverschil. Bij de Cow-Wellness® stal zou er tocht kunnen ontstaan bij de binnenkomende lucht. De binnenkomende lucht is namelijk kouder dan de lucht die al opgewarmd is in de stal. De grenswaarde voor de luchtsnelheid bij een temperatuurverschil van 4 °C, is 18 cm per seconde. (Has Reader microklimaat)

De oppervlakte waarover de binnenkomende lucht wordt verdeeld moet minimaal 1,4 m² zijn om geen tocht te laten ontstaan. De lucht wordt over alle ligboxen gelijk verdeeld. Om geen tocht te veroorzaken wordt de lucht per box over 1,6m² verdeeld.

7.6. Economische gegevens

Voor de melkveehouder is het uiteraard interessant om erachter te komen welke financiële voordelen het heeft om voor de Cow-Wellness® stal te kiezen. In dit hoofdstuk worden deze financiële gevolgen uitgewerkt. Dit gebeurt aan de hand van een voorbeeldstal voor 140 koeien en een reëel project met 400 koeien. Daarna worden de operationele kosten voor deze stallen in kaart gebracht. Ten slotte worden de kernbegrippen kort samengevat.

7.6.1. Investering bij 140 koeien

In dit hoofdstuk wordt er een voorbeeldstal voor 140 koeien gedimensioneerd. Dit voorbeeld wordt gegeven om de economische zijde van het Cow-Wellness® concept verder uit te werken. Het aantal koeien is willekeurig gekozen binnen de doelgroep.

De 140 koeien voorbeeldstal is een 3+3 ligboxenstal zonder jongvee. De voergang loopt van voor tot achter recht door de stal. De ligboxbreedte is 1,150 meter, in de boxen komen matrassen te liggen. In de voor en achtergevel komen rolpoorten die elektrisch openen en sluiten. De stal is volledig geventileerd volgens het Cow-Wellness® concept. De lucht wordt naar buiten toe afgezogen door een chemische luchtwasser. Voor deze luchtwasser is slechts een kleine ruimte nodig om het zuur op te slaan. De luchtwasser neemt geen bruikbare plek in doordat deze als module op het dak wordt geplaatst. Het dak van de stal is geïsoleerd.

In de voorbeeldstal komt een 2x12 melkstal zonder Rapid exit en met wachtruimte. De lucht in de melkstal wordt geconditioneerd. De melk wordt opgeslagen in een silo tank die naast de stal staat. Omdat een silo tank een kleiner koeloppervlak heeft dan een traditionele tank, wordt de melk alvorens deze de tank instroomt met een buizenkoeler gekoeld. Deze buizenkoeler wordt aangesloten op de bodemwisselaar.

De koeien die in de stal komen te staan is een bestaande koppel koeien met een bovengemiddelde productie van 9000 kilogram per jaar. Alle koeien zijn van het ras Holstein- Frysian. De koeien worden allemaal kunstmatig geïnsemineerd, de huidige tussenkalftijd is 414 dagen. De koeien lopen 120 dagen, 6 uur per dag op de wei.

Deze voorbeeldstal wordt geplaatst in een fictieve gemeente in Nederland. Voor alle prijzen, belastingen, temperaturen, enzovoorts wordt zo mogelijk het Nederlandse gemiddelde gehandhaafd. Op de locatie hoeft niet geheid te worden. Het betreft een bouwkaavel op zandgrond die nog niet eerder bebouwd is geweest, er hoeft dus niet gesloopt te worden. Voor en achter de stal wordt een betonverharding geplaatst van 3 meter vanaf gevel, deze wordt door de ondernemer geplaatst.

De lengte van de stal is 42 meter, de breedte is 34 meter. De betonverharding is dus in totaal 204 m². De melkstal wordt geplaatst in de linker voorhoek, de afmetingen beschikbaar voor de melkstal zijn 14,35 meter bij 8 meter. Parallel aan de melkstal komt een strobedafdeling om koeien te kunnen separeren.

Voor deze stal is een berekening gemaakt met een berekentool. Deze berekentool is te vinden op de website van Stalbouw.nl, met deze tool wordt een richtlijn gegeven voor bouwkosten. De bouwkosten voor deze stal met 140 koeien zijn €884.986,23 voor de

gehele stal. Per koeplek zal de stal ongeveer €6321,- gaan kosten. Deze bedragen zijn exclusief het Cow Wellness systeem.

Het Cow Wellness systeem voor 140 koeien zal bestaan uit warmtewisselaars, een horizontale grondwisselaar, ventilatie voor de inlaat en voor de uitlaat, een 4 vaks dwarsstroom luchtwasser en alle systeemcomponenten zoals de geobalance computer, frequentieregelaar en circulatiepomp. Ook wordt de prijs voor muurisolatie bij de kosten gerekend.

Het gehele Cow Wellness systeem zal bestaan uit de volgende kosten (in Euro):

Warmtewisselaars	28.771,20
Horizontale grondwisselaar	35.570,65
Luchtwasser incl. Module, montage, in gebruikname	34.149,00
Circulatiepomp geobalance	2.894,64
Overige systeemcomponenten geobalance	6.000,00
Ventilatie inblaas, uitblaas, regelaar, noodstroomvoorz.	24.104,10
<u>Geïsoleerde zijwanden</u>	<u>6.900,00</u>
TOTAAL:	€ 138.389,59
TOTAAL PER KOE	€ 988,50

Vanaf Juli 2018 worden de emissienormen weer aangescherpt. De Cow Wellness stal is met 90% reductie klaar voor de regels die in 2018 gaan komen. Momenteel voldoet slechts één vloer aan de emissie-eisen van 2018. Deze vloer is de Den Boer beton B.V. groene vlag vloer. Deze vloer kost, voor dezelfde stal, €420,- per koe.

In plaats van rubberroosters kan ook voor een goedkope emissie arme vloer worden gekozen, dit kost dan ongeveer €100,- per koeplek.

7.6.2. Operationele kosten en opbrengsten

De operationele kosten zijn bij de Cow Wellness stal hoger dan die bij een stal met natuurlijke ventilatie. Dit komt doordat de ventilatoren, circulatiepomp en overige systeemelementen stroom verbruiken, de afschrijvingen hoger zijn en omdat er meer onderhoud nodig is.

Bij natuurlijke ventilatie wordt nauwelijks stroom verbruikt voor de ventilatie, slechts op warme dagen worden er ventilatoren ingeschakeld. Het gemiddelde stroomverbruik in Nederland ligt tussen de 380 en 405kWh per koe per jaar. In de berekeningen is gerekend met 392,5 kWh per koe per jaar. (Ekwadraat, 2015)

Naast stroomkosten zijn er zuurkosten voor de luchtwasser. Voor 140 koeien ligt het berekende zuurverbruik op 2738 liter per jaar. De zuurkosten worden geschat op €821,52 per jaar. Deze zuurkosten kunnen worden terugverdient door het spuiwater van de luchtwasser over het land uit te rijden (RVO, 2015). Volgens de berekeningen zal er 35,6 m³ spuiwater per jaar worden geproduceerd met een stikstofgehalte van 35kg per kuub. Als er van een kunstmestprijs van €1,- per kilogram stikstof uit wordt gegaan brengt het spuiwater € 1.245,18 per jaar op.

Bijkomend voordeel van spuiwater als meststof is dat het een vloeibare meststof betreft. Deze worden uitgereden met behulp van een veldspuit, welke nauwkeuriger te regelen is dan een kunstmeststrooier. De verwachting is dat met vloeibare meer maatwerk geleverd kan worden door:

- Een betere plaatsing;
- Een nauwkeurigere dosering;
- Meer flexibiliteit qua samenstelling van de meststoffen (samenstelling op maat)

Per saldo kan daardoor een geringere hoeveelheid meststoffen nodig zijn of kan een werkgang worden uitgespaard.

(Bussink, 2011)

Het Cow Wellness systeem zou in totaal voor 140 koeien ongeveer €138.389,59 kosten. Deze bestaan voor 2/3 uit kosten voor conditionering en voor 1/3 uit kosten voor emissiereductie. In tabel 6 zijn operationele financiële gegevens van het Cow Wellness systeem uitgewerkt.

Tabel 6: Financiële gegevens Cow Wellness systeem

	aantal koeien	140	
	conditionering	emissiereductie	totaal
investering	€ 92.188,54	€ 46.201,05	€ 138.389,59
investering per koe	€ 658,49	€ 330,01	€ 988,50
rente	€ 2.765,66	€ 1.386,03	€ 4.151,69
afschrijving	€ 4.609,43	€ 2.310,05	€ 6.919,48
Brandverzekering	€ 119,85	€ 60,06	€ 179,91
Onderhoud 2%	€ 1.843,77	€ 924,02	€ 2.767,79
Energiekosten:			€ 6.197,98
Ventilatie	€ 1.920,86	€ 1.920,86	€ 3.841,72
Luchtwater		€ 873,12	€ 873,12
Circulatiepomp	€ 1.483,14		€ 1.483,14
Zuurkosten		€ 821,52	€ 821,52
Totale kosten	€ 12.742,70	€ 8.295,67	€ 21.038,36
Totale kosten exclusief afschrijving	€ 8.133,27	€ 5.985,61	€ 14.118,88
Jaarkosten per koe	€ 91,02	€ 59,25	€ 150,27
Jaarkosten per koe excl. Afschrijving	€ 58,09	€ 42,75	€ 100,85
Opbrengsten per koe:	€ 272,05	€ 8,89	€ 280,94
Terugverdientijd in jaren	3,1	n.v.t.	5,5

Om het risico in kaart te brengen is uitgerekend hoelang de koeien extra in lactatie dienen te zijn om quitte te spelen op de investering van de conditionering. Dit zijn 3 maanden en twintig dagen. De kosten in melkderving zien er dan zo uit:

26 's zomerse dagen:	1.730,00
4 tropische dagen:	991,50
Melkderving door te hoog vervangingspercentage	3.709,86
Extra jongveekosten door te hoog vervangingspercentage	2.768,64
TOTALE KOSTEN VEROORZAAKT DOOR HITTESTRESS	
PER JAAR PER 100 KOEIEN:	€ 9.200,00

Zie hoofdstuk 3.5. voor toelichting.

7.6.3. Kernbegrippen: Terugverdientijd, contante waarde en rentabiliteit

De terugverdientijd (TVT) van de voorbeeldstal is te berekenen met de formule:

$$TVT = \text{Investerings} / \text{Besparing}$$

Bij de besparing mag de afschrijving niet meegerekend worden als kosten, alleen directe uitgaven mogen worden meegerekend. Het Cow Wellness systeem komt uit op een besparing van €180,09 per koe per jaar. De investering bedraagt €988,50 per koe. De terugverdientijd is 5,5 jaar.

Omdat de terugverdientijd geen rekening houdt met de levensduur van een systeem, wordt de contante waarde ook wel gebruikt. De contante waarde geeft de waarde van een product aan op moment van investeren. Deze waarde is gecorrigeerd aan de intern gebruikte rentevoet. Deze rentevoet kan voor ieder bedrijf anders zijn.

Bij het Cow Wellness systeem wordt een rentevoet van 5% gebruikt. De Netto contante waarde (NCW) is te berekenen met onderstaande formule:

$$NCW = -1 * \text{Investerings} + (\text{Opbrengststijging} - \text{kostenstijging} - \text{onderhoud}) * a_{20/5}$$

De $a_{20/5}$ is in dit geval 12,46. De totale Netto Contante waarde van het Cow Wellness stalconcept is:

$$NCW = -1 * 138.389,59 + 25.212,60 * 12,46 = 175.759,41$$

Naast terugverdientijd en netto contante waarde wordt de term rentabiliteit gebruikt. De rentabiliteit is het verband tussen de netto jaarwinst en het gemiddeld geïnvesteerd vermogen. De netto jaarwinst/besparing van het Cow Wellness concept is €25.212,60. Het hiervoor geïnvesteerd vermogen bedraagt €138.389,59. Het gemiddeld geïnvesteerd vermogen is €69.194,80. De rentabiliteit van het Cow Wellness concept is dus 36,4%.

7.7. Risicoanalyse

In deze paragraaf wordt een risicoanalyse gemaakt van het Cow Wellness concept. Door de risico's vooraf in kaart te brengen komt de veehouder niet voor verassingen te staan en kunnen risico's worden beperkt. In deze analyse komen de meest voor de hand liggende risico's aan bod.

7.7.1. Stroomuitval

De kans op stroomstoring in Nederland is echter heel klein, in de periode van 1976 tot en met 2000 zaten de Nederlanders gemiddeld 22 minuten per jaar zonder stroom. Indien de netstroom op een bedrijf wegvalt, is het bedrijf zelf verantwoordelijk voor een noodstroomvoorziening. (Hoevenagel, 2008)

Doordat bij het Cow Wellness concept de ventilatie elektronisch werkt, is er een noodstroomvoorziening nodig. In de varkenshouderij is het vanuit de verzekering verplicht om een noodvoorziening aan te leggen, het is gebruikelijk dat dit een volautomatisch systeem is. Dat wil zeggen dat de noodvoorziening vanzelf start indien de stroom uitvalt. De kosten voor een 25 kW stroomvoorziening liggen bij varkensbedrijven liggen rond de 15.000,- voor een halfautomatisch systeem. Een noodaggregaat aangedreven door een trekker is echter veel goedkoper, voor €2800,- is er al een 32kV aggregaat. (Buissonje, 2014)

De ervaren elektriciën Gommans te Oirlo vertelt dat voor de voorbeeldstal een 25kW aggregaat €9300,- gaat kosten voor een aggregaat om handmatig aan te sluiten. Een volautomatisch systeem is verkrijgbaar voor €10.900,- en dit start automatisch indien de stroom uitvalt. Het is ook mogelijk om een trekker aggregaat te gebruiken. Dit is handmatig aan te sluiten en behoeft een lagere investering. Dit aggregaat is verkrijgbaar voor ongeveer €3300,-. Bijkomend voordeel is dat een aggregaat achter de trekker makkelijker voor andere doeleinden kan worden gebruikt. Een nadeel van het trekker aggregaat is dat (computer)systemen niet altijd juist werken op het aggregaat: de stroom is ongelijker dan de stroom uit een normaal aggregaat.

7.7.2. Defect systeem

De mogelijkheid dat het systeem, of een deel hiervan uitvalt door een defect is altijd aanwezig. Indien er een ventilator uitvalt zal deze zo snel mogelijk vervangen of gerepareerd moeten worden, doordat meerdere ventilatoren in een stal worden geïnstalleerd zal het ventilatiedebiet op een niveau blijven waardoor geen productieverlies bij de koeien ontstaat.

Het grootste risico dat aanwezig is bij het Cow Wellness ® concept is dat de circulatiepomp op een koude winterdag bevroert. Daarom is het systeem met een regeling uitgerust die bij bevriezing het water uit de warmtewisselaars laat komen. Dan kan er niets meer bevriezen.

Dit beveiligingssysteem tegen bevriezen van de warmtewisselaars werkt op accu's. Bij stroomuitval wordt het water direct afgeschakeld en stroomt het weg. Het opstarten van een noodaggregaat kan namelijk enkele minuten duren, de kans dat het water bevroert voordat de noodstroom is opgestart is dus uitgesloten.

7.7.3. Brand

Bij elk agrarisch bedrijf is er kans op brand. De kans op brand hangt onder andere af van de brandklasse van de gebruikte materialen. Hoe beter de brandklasse hoe minder snel en minder hevig materialen branden.

Een sandwichplaat met PUR schuim heeft brandklasse C en mag daarom niet meer worden gebruikt bij sandwichpanelen. In plaats van PUR wordt daarom nu PIR gebruikt. PIR ontvlamt minder snel en brandt minder hevig doordat chemische brandremmende producten zijn toegevoegd. PIR sandwichplaten hebben brandklasse B2.

Het risico op brand is nooit uit te sluiten, maar wel te verzekeren. De verzekeringspremie voor brand en stom is voor nieuwe gebouwen lager dan voor bestaande gebouwen. Bij gebouwen met brandbare isolatie en minimale preventie bedraagt de premie voor de inventaris €2,20,- per €1000,- verzekerd bedrag. De basispremie voor normale gebouwen is €1,30 per €1000,- verzekerd bedrag.

De extra premie bij de Cow Wellness ten opzichte van natuurlijke ventilatie is 179,91 euro per jaar. Deze extra premie is er omdat de geïnvesteerde som geld iets hoger is bij het Cow Wellness® concept.

7.8. Wet en regelgeving Nederland

De belangrijkste wet met betrekking tot het Cow Wellness® concept is dat vanaf 2018 alle nieuwe stallen een emissie van maximaal 8,6 kg NH₃ per koe per jaar mogen hebben. Melkkoeien op een roostervloer produceren volgens de overheid 13,0 kilogram NH₃ per jaar. Er is dus een systeem nodig met minimaal 34% ammoniakreductie.

Deze ammoniakreductie is momenteel op twee manieren te bereiken, namelijk door een emissiearme 'groene vlag' vloer te installeren, en door een luchtwasser te installeren. Beide systemen zijn erg kostbaar. De groene vlag vloer kost ongeveer €600,- per koe en levert geen extra opbrengsten. De luchtwasser bij het Cow Wellness® concept heeft als grote voordeel dat deze leidt gecombineerd met conditionering tot een hogere melkproductie.

De huidig uitgevoerde luchtwassers reduceren de ammoniakemissie met 90 procent. De verwachte ammoniakemissie bij opstallen wordt 1,3 kilogram per jaar. Dit maakt het Cow Wellness concept geheel toekomst bestendig.

Naast de standaard eisen voor ammoniakemissie is er ook de PAS wetgeving, deze wetgeving heeft als doel om de stikstofdepositie in natura2000 gebieden te verlagen.

Door een luchtwasser te plaatsen gaat de stikstofdepositie op een nabijgelegen natura2000 gebied omlaag. Deze zakt met een luchtwasser zodanig dat de melkveehouder meer koeien kan houden dan met een emissiearme vloer. De meest reducerende emissie arme vloer is de Groene Vlag vloer, deze reduceert tot 4,7 kg NH₃ bij opstallen. De luchtwasser reduceert de ammoniakproductie tot 1,3 kilogram NH₃ bij opstallen. Dit betekent dus dat de boer meer dan 3x zo veel koeien kan houden.

7.9. Cow-Wellness® in het buitenland

Stalbouw.nl wil graag het Cow-Wellness® stalconcept niet alleen toe gaan passen in de nationale markt, maar ook graag op de internationale markt. Stalbouw.nl denkt dat het Cow-Wellness® concept in de warmere regio's van de wereld een hoger rendement heeft. Hierbij kan men binnen de E.U. aan Zuid-Europa denken. En buiten de E.U. aan het Midden-Oosten en Texas.

De situatie in Zuid-Europa is vergelijkbaar met die van Nederland. Er zal meer koelcapaciteit moeten worden gehanteerd om hetzelfde effect te bereiken, of een hogere temperatuur moet voor lief worden genomen. In Zuid-Europa zal er mogelijk geen vraag naar een luchtwasser zijn, dit is afhankelijk van de wet- en regelgeving aldaar.

7.9.1. Huidige situatie in Saoedi-Arabië

De situatie in Texas of in het Midden-Oosten verschilt veel van de situatie in Nederland. Voor deze warme gebieden is als voorbeeldstaat Saoedi Arabië gekozen. De melkveehouderij in Saoedi-Arabië had in 2010 de hoogste productie per koe wereldwijd (Compassion in World farming, 2012).

In Saoedi-Arabië worden de stallen nu gekoeld door middel van een systeem van Korral Kool, dit systeem is al beschreven in hoofdstuk 5.4. "Korral Kool". Hierbij wordt niet alleen veel energie verbruikt, maar ook veel water. Het systeem van Korral Kool verbruikt namelijk tot 520 liter water per uur voor 14 koeien. Het energiegebruik hierbij is 5,6 kW. (Korral Kool, z.d.)

Om andere mogelijkheden voor de koeling te bedenken dan het Korral Kool systeem, zullen de uitgangspunten moeten worden vastgesteld. De uitgangspunten voor het klimaat komen van verschillende weersites.

De bodemtemperatuur is te benaderen met de gemiddelde jaartemperatuur in een land of gebied (Derradji, 2014). in het Saoedi-Arabië is de gemiddelde jaartemperatuur ongeveer 31 °C. De gemiddelde maximumtemperatuur in Juli is 42 °C (Weaterbase, 2015).

Naast Weaterbase zij ook bij Jeddah Regional Climate Center (JCC) klimaatgegevens opgevraagd. Dit bedrijf onderzoekt droogte in de Arabische staten en zones. Volgens JCC is de gemiddelde jaartemperatuur 25,8°C in de centraal gelegen stad Riyadh. De gemiddelde maximumtemperatuur is 43,7°C in Juli en Augustus.

De hoogst gemeten temperatuur tussen 1985 en 2010 in Riyadh is 48,2°C in het jaar 2000. De relatieve luchtvochtigheid is gemiddeld 27%, in de winter schommelt deze luchtvochtigheid dagelijks tussen de 5% en 100% door het grote temperatuurverschil tussen dag en nacht van ongeveer 14°C. In gemiddelde RV in Juli en Augustus is 11 respectievelijk 13 procent. In deze zomermaanden schommelt de RV tussen de 63% en 2%. Terwijl de temperatuur tussen de 43°C en 26°C schommelt. (JCC, 2015)

Op bovenstaande gegevens worden de volgende uitgangspunten gebaseerd om de extreme omstandigheden in Saoedi-Arabië te simuleren:

Buitentemperatuur: 46°C

RV bij 46°C: 8%

Waterverbruik, energieverbruik en jaarkosten van het nieuwe systeem moeten lager uitvallen als het huidige Korral Kool systeem.

Om aan bovenstaande uitgangspunten te kunnen voldoen kunnen verschillende opzetten worden gebruikt.

Het energietarief voor agrarisch grootverbruikers is omgerekend 6,08 cent per kWh. Dit is ongeveer één derde lager dan het Nederlandse energieprijs. De prijs per kWh in Saoedi-Arabië neemt, in tegenstelling tot de prijs in Nederland, toe naarmate het verbruik stijgt. De ondernemer kan ook ervoor kiezen om verschillende tarieven te handhaven voor piek en daluren in het energieverbruik. Deze differentiatie is in Saoedi-Arabië ingevoerd omdat de elektriciteitsbehoefte drastisch stijgt in de zomermaanden. (Saudi Electricity company, 2015)

7.9.2. Luchtwater in Saoedi-Arabië

De mogelijkheid bestaat om het Cow Wellness® concept zonder luchtwater te verkopen in gebieden waar geen vraag naar luchtwassers is. In Saoedi-Arabië is de regelgeving minder streng rondom ammoniakuitstoot dan in Nederland (E.C.D., 2004). Daarom zal een luchtwater waarschijnlijk overbodig zijn. De ventilatie gaat mechanisch plaats vinden. Natuurlijke ventilatie is namelijk niet mogelijk omdat dan de snelheid in de warmtewisselaars niet controleerbaar is.

7.9.3. Koelmogelijkheden

De koeling in Saoedi-Arabië heeft de volgende uitgangspunten:

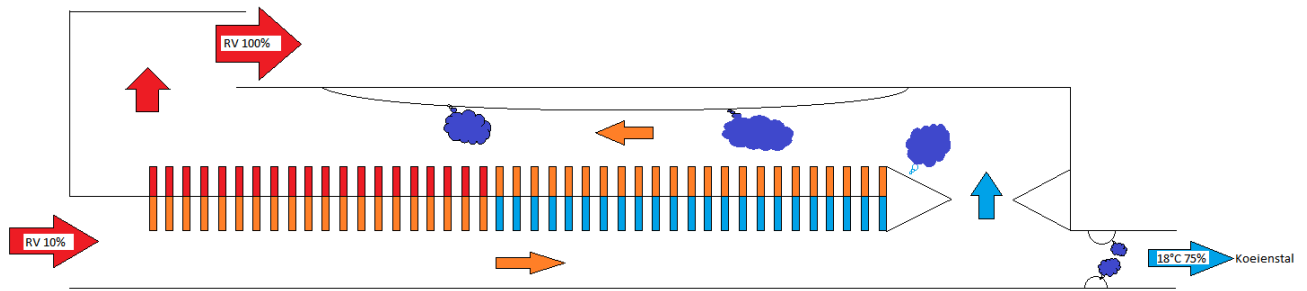
- De buitentemperatuur is 46°C, de RV is 8%;
- Bodemtemperatuur is 27°C;
- De bodem is niet geschikt voor een bodemwisselaar;
- Waterverbruik van de koeling mag niet hoger dan 37L per koe per uur;
- Energiegebruik van de koeling mag niet hoger zijn dan 400 Watt per koe;
- Jaarkosten moeten lager zijn dan die van Korral Kool;
- Binnenkomende lucht moet tenminste voldoen aan: $T \leq 18$ en $RV \leq 75\%$.

Op basis van voorafgestelde doelen is de volgende mogelijkheid bedacht.

Een andere mogelijkheid, die in de veehouderij nog niet toegepast wordt, is om lucht met vochtige lucht te koelen. Deze manier van koelen wordt ook wel indirecte evaporatie koeling genoemd. Het koelsysteem is bijzonder omdat de vochtige lucht niet direct in contact komt met de onvochtige lucht, waardoor de absolute luchtvochtigheid gelijk blijft.

Het systeem verbruikt wel stroom, maar een stuk minder dan bijvoorbeeld een warmtepomp. De stroom die nodig is voor dit systeem wordt verbruikt door een ventilator die de lucht in blaast. Zoals in figuur 14 te zien is, is er sprake van een tegenstroomprincipe. Dit tegenstroomprincipe wordt gebruikt om een zo hoog mogelijk rendement te kunnen behalen.

Met een waterverbruik van 377 liter per uur kan een koelvermogen van 300kW worden gerealiseerd. Dit is genoeg om voor 100 koeien voor te koelen. Naast de voorkoeling wordt er gebruik gemaakt van directe verdamping in de luchtinlaat. Hiervoor wordt er nog 200 liter water per uur verbruikt voor 100 koeien. In figuur 14 is de werking van de koeling schematisch weergegeven.



Figuur 14: koeling zonder warmtepomp

Indien het systeem een rendement behaalt dat de uitgaande lucht 41°C is en 82% vocht bevat. Hoeft de inblaasventilator slechts 20% meer capaciteit te hebben. Het energiegebruik zal hierdoor dus ook slechts 20% stijgen.

Met een 2,2 kW ventilator kunnen dus 51 koeien worden gekoeld, hierbij is 170 watt nodig voor de koeling en het overige is voor ventilatie. Per koe is er dus 3 watt energiegebruik om te koelen.

Als met bovenstaande koeltechniek het gewenste resultaat niet wordt behaald, kan er gebruik worden gemaakt van een warmtepomp. Deze warmtepomp is echter duur in gebruik wegens een hoog energieniveau. Om met een warmtepomp 3 kW te koelen is er 1 kW stroom nodig. Gebruik van een warmtepomp zal dus zo veel mogelijk worden vermeden.

7.10. Project Peeters

De gebroeders Peeters willen hun melkveebedrijf gevestigd in het Belgische Geel gaan uitbreiden en hierbij van het Cow Wellness® concept gebruik gaan maken. De belangrijkste factor waardoor de familie Peeters voor het Cow Wellness® concept kiest, is de Belgische wetgeving.

De familie Peeters wil twee stallen gaan bouwen met per stal 400 koeien. In elke stal komen zeven inblaasunits door warmtewisselaars en zeven afzuigingen door twee luchtwassers. Voor de 400 koeien dient er 194400 m³ per uur geventileerd te worden. Per inblaasunit wordt er 27800 m³ per uur geventileerd.

Uitgaande van bovenstaande gegevens zijn de warmtewisselaars, bodemwisselaars en ventilatoren als volgt gedimensioneerd:

- Per 5700m³ geventileerde lucht dient er 1m² warmtewisselaar te zijn;
- In totaal is er dus 34,1m² warmtewisselaar nodig, dit wordt over 7 units van 4,9 m² verdeeld;
- De warmtewisselaars worden in units van 15cm hoog en 1,6 meter breed gemaakt. Om de gewenste oppervlakte te bereiken worden er 2 units naast elkaar en 11 units boven elkaar geplaatst;
- Tussen de warmtewisselaars is er 50cm ruimte nodig om het leidingwerk te kunnen plaatsen;
- Om water te koelen worden aan beide kanten van de stal bodemwisselaars met een slanglengte van 48,6 kilometer lengte gemaakt, over een oppervlak van 1,6 hectare;
- Per bodemwisselaar worden circulatiepompen van 7,5 kW geplaatst, deze hebben een nominaal verbruik van ongeveer 6,0kW;
- De ventilatoren hebben een piekverbruik van 2,2 kW, in totaal worden zeven ventilatoren geplaatst.

Op de stal van de familie Peeters worden twee luchtwassers van 6 vakken geplaatst. Voor 3600 kubieke meter lucht geventileerde lucht is één vierkante meter luchtwasser nodig. Eén vak van de luchtwasser heeft een oppervlak van 4,914 vierkante meter. De luchtwassers zijn vooraf gefabriceerde module wassers. Deze worden bij Inno+ in eigen huis gemaakt.

Het kostenplaatje voor de familie Peeters om de stal te bouwen met het Cow Wellness® ziet er als volgt uit:

Kosten door de reductie: Halve kosten mechanische ventilatie en gehele kosten luchtwasser.

Kosten door de conditionering: Halve kosten mechanische ventilatie en gehele kosten warmtewisselaars.

Tabel 5: Kosten Cow Wellness® systeem voor familie Peeters.

Stal Peeters	
Emissiereductie:	€ 99.978,05
ventilatie	€ 17.252,05
luchtwasser	€ 82.726,00
Conditionering:	€ 207.394,97
ventilatie	€ 17.252,05
warmtewisselaars	€ 76.723,20
Bodemwisselaar	€ 101.630,44
Circulatiepomp	€ 5.789,28
overige systeemcomponenten	€ 6.000,00
Totaal	€ 307.373,02
Totaal per koeplek	€ 768,43

Deze bedragen zijn de totale kosten aan het systeem om de gehele stal te koelen en te verwarmen, en om de lucht te wassen. Dit betreft één stal van 400 koeien.

De kosten van de emissiereductie zouden groter zijn als er geen sprake was geweest van conditionering van de lucht. Als de lucht niet geconditioneerd wordt moet er meer worden geventileerd. Hierdoor moet een grotere luchtwasser worden geïnstalleerd en moet er meer ventilatiecapaciteit in de stal aanwezig zijn. Zonder conditionering zouden de kosten voor de emissie dus stijgen.

De operationele kosten die gepaard gaan met het Cow Wellness® concept zijn in tabel 2 te zien:

Tabel 6: Operationele kosten Cow Wellness® systeem

Stal Peeters	
Operationeel:	
Afschrijving	€ 15.368,65
Rente	€ 12.294,92
Energieverbruik ventilatie	€ 3.422,59
Energieverbruik luchtwasser	€ 777,86
Energieverbruik circulatiepomp	€ 2.932,67
Zuurkosten luchtwasser	€ 2.347,20
Totale jaarlijkse kosten	€ 37.143,89
Totale jaarlijkse kosten per koe	€ 92,86

Deze operationele kosten zijn terug te verdienen door extra melkopbrengsten, minder gezondheidsproblemen, hogere vruchtbaarheid en doordat het spuiwater uitgereden kan worden op het land als kunstmest.

Als men rekent met een melkproductiestijging van 8%, zijn de extra opbrengsten van de extra melk en het spuiwater een ruime €104.000,- per jaar. Het Cow Wellness® systeem heeft voor de stal van familie Peeters een terugverdiendtijd van 4 jaar.

Deze verwachte productiestijging wordt veroorzaakt door een vermindering van hittestress in de zomer. Hittestress heeft bij melkvee namelijk een grote invloed op de melkproductie.

Omdat de terugverdiendtijd geen compleet beeld geeft over de waarde van een investering, zijn ook nog de boekhoudkundige rentabiliteit en de Netto Contante Waarde uitgewerkt.

De boekhoudkundige rentabiliteit voor het Cow Wellness® concept bij de familie Peeters heeft een boekhoudkundige rentabiliteit van 56%, dit is volgens onderstaande formule berekend:

$$\text{Rentabiliteit} = \frac{(\text{Gemiddelde netto-kasstroom} - \text{gemiddelde afschrijving})}{\text{Gemiddeld geïnvesteerd bedrag}} * 100\% =$$

$$\text{Rentabiliteit} = \frac{(104.000 - 15.742)}{(314.843,82 / 2)} * 100\% = 56,06\%$$

Voor het bedrijf van de gebroeders Peeters is ook de Netto contante waarde van de investering berekend. Dit is berekend met een rentevoet van 5%. De contante waarde voor het systeem is te berekenen met:

$$\text{NCW} = -1 * \text{Investeringskosten} + (\text{Opbrengststijging} - \text{kostenstijging} - \text{onderhoud}) * a_{20/5}$$

$$\text{NCW} = -1 * 314.843,82 + (104000 - 15282,12) * 12,46$$

$$\text{NCW} = €790.880,96$$

De netto contante waarde is €790.880,96 als er met een levensduur van 20 jaar wordt gerekend en een rentepercentage van 5%.

8. Conclusie

In voorgaande hoofdstukken is beschreven wat hittestress kost op bedrijfsniveau. Tevens is er een overzicht gemaakt van systemen die hittestress kunnen voorkomen of verminderen. In dit hoofdstuk wordt er een conclusie getrokken uit het gehele rapport. Het beste koelsysteem wordt omschreven en kort toegelicht.

Hittestress, veroorzaakt door een combinatie van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid, is in Nederland een onderschat probleem. Hittestress leidt tot verminderde voeropname en melkproductie alsook tot slechtere vruchtbaarheid en diergezondheid. De totale opbrengstenderving die wordt veroorzaakt door hittestress wordt geschat op €27.204,50 per 100 koeien per jaar.

Bij hittestress wordt geadviseerd om voldoende drinkcapaciteit in de stal aan te leggen en deze indien nodig tijdelijk te vergroten. Daarnaast wordt geadviseerd om meer krachtvoer en minder ruwvoer te verstrekken om de melkproductie zoveel mogelijk op peil te houden. Indien de veehouder een goed geïsoleerde stal heeft kan het weidemanagement hierop worden aangepast door 's nachts te beweiden.

Een goed stalsysteem voldoet aan het volgende:

- Voldoende licht: op koeniveau moet er 16 tot 18 uur per dag tussen de 100 en 300 lux aanwezig zijn;
- Weinig geluid: 's Nachts mag er niet meer dan 45 dB in de stal zijn, overdag is de richtlijn om beneden de 55 dB te blijven en in de melkstal een maximum van 65dB;
- Optimale temperatuur: De optimale temperatuur ligt tussen de 4 en 16 °C;
- Optimale luchtvochtigheid: De optimale relatieve vochtigheid ligt tussen 60 en 80%;
- Ventilatie: Schadelijke gassen mogen de normconcentratie niet overschrijden;
- Luchtstromen: De tochtwaarde in de stal mag niet hoger zijn dan 75.

Bestaande systemen verlagen hittestress door luchtverplaatsing en verlaging van de staltemperatuur. De werking van de systemen met luchtverplaatsing is beperkt. De bestaande systemen waarmee de staltemperatuur wordt verlaagd werken doordat vocht wordt verdampt in de lucht. Dit heeft als nadeel dat de relatieve luchtvochtigheid in de lucht stijgt.

Stalbouw.NL heeft een concept ontwikkelt waarmee hittestress volledig wordt voorkomen. Daarnaast wordt een emissiereductie van 90% behaald, blijft de stal transparant, stijgt de productie van de koe, stijgt de levensproductie van de koe en blijft weidegang mogelijk. Stalbouw.NL wil met dit concept, Cow Wellness, alle huidige en toekomstige uitdagingen van de melkveehouderij aanpakken.

Het Cow Wellness stalconcept is een volledig gesloten stal. De stal blijft echter transparant door glazen wanden te plaatsen. De stal is gesloten om de lucht te kunnen wassen en hiermee 90% ammoniakreductie te kunnen behalen. In de luchtinlaat komen warmtewisselaars die aangesloten zijn op een bodemwisselaar. Daarmee kan 's zomers gekoeld worden en 's winters wordt de binnenkomende lucht voorverwarmd.

Dit systeem kost tussen de €700,- en de €1000,- per koe, afhankelijk van de bedrijfsgrootte. De kosten bestaan voor ongeveer 2/3 uit de conditionering en voor 1/3 uit de emissiereductie. De conditionering van de koeienstal kan worden terugverdiend in ongeveer 3 jaar.

Naast de Nederlandse markt wil Stalbouw.NL zich ook met het concept op de buitenlandse markt oriënteren. Met name in Saoedi-Arabië is er interesse voor koelsystemen. Daar wordt nu gebruik gemaakt van Korral Kool koeltechniek. Het Cow Wellness systeem zou aldaar uitgevoerd worden zonder luchtwasser en zonder bodemwisselaar. De meest voor de hand liggende mogelijkheid om daar te koelen is koeling door vocht toe te voegen aan de lucht.

9. Bronnen

Aart, M (z.d.) *Klauwproblematiek bij rundvee Melkveehouders* [www.document]

<<http://www.buitenpraktijk.ugent.be/v2/singlepages/artikelenarchief/artikelenrund/klauwproblematiek.pdf>> Geraadpleegd:15-09-15

Abbi-aerotech (z.d.) *Poultry farms ventilation and cooling systems* [www.document]

<http://www.abbi-aerotech.com/aawp/?page_id=109> Geraadpleegd: 16-09-2015

Ahmadzadeh, A (z.d.) [www.document] *Reproductive performance and efficiency*

<http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0CHUQFjAJahUKEwjc1HFtrHAhXLBtsKHQd3CLO&url=http%3A%2F%2Fweb.altagenetics.com%2Fpoland%2FTopDownloads%2FDetails%2F476&usg=AFQjCNFwmuoOHfOkG21ItYPH6lcZ26QPQ&sig2=85ktwv_jdshxYHH_etP9jw> Geraadpleegd: 03-09-2015

Agrifirm (z.d.) [webpagina] *Hittestress voorkomen bij uw melkvee.*

<http://www.agrifirm.com/agrifirm-feed/thema/hittestressmonitor/tips-hittestress-melkvee>

Geraadpleegd: 31 augustus 2015

Avendano-Reyes, L (2012) [www.document] *Heat stress management for Milk Production in Arid Zones.*

<<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/39481.pdf>> Geraadpleegd:2 september 2015

Bernabucci, U (2015) [www.document] *Phenotyping strategies to measure animal adaptability to harsh climate*

<http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0CD0QFjAEahUKEwjsiozK4NXHAAhUBgdsKHdaxAEs&url=http%3A%2F%2Fwww6.inra.fr%2Ffrecolad%2Fcontent%2Fdownload%2F3308%2F34755%2Fversion%2F1%2Ffile%2FBernabucci%2BU%2B-%2BReColAd-Paris%2B2015.pdf&ei=No_IVeyXJYGC7gbW44LYBA&usg=AFQjCNFJwBm4p1pszBoSwmlk9_9_PgWCWg&sig2=csE46g1zR9GN7Wc0XqD9yw> Geraadpleegd 1 september 2015

Bernabucci et al. (2010) [webpagina] *Effect van THI op melkproductie*

<http://www.agrifirm.com/agrifirm-feed/over-agrifirm-feed/nieuws/detail/listitemid/3399#.VeRa2FrIZ8A>

Geraadpleegd: 31 augustus 2015

Binnie, I (2015) *Stressed Italian cows get air-conditioned sheds to combat heatwave.*

<http://mijn.stalbouw.nl/files/_secure/Stalventilatiesystemen_delaval.pdf> Geraadpleegd: 01-09-2015

Boerenbusiness (2015) *Zo is aandeel luchtwassers op varkensstallen* [webpagina]

<<http://boerenbusiness.nl/top5/artikel/10865526/zo-is-aandeel-luchtwassers-op-varkensbedrijven>>

Geraadpleegd: 24-09-15

Bouraoui, R (2001) [www.document] *The relationship of temperature humidity index with milk production of dairy cows in a mediterranean climate*

<<http://animres.edpsciences.org/articles/animres/abs/2002/06/04/04.html>> Geraadpleegd 03-09-2015

Bray, D (2003) [www.document] *Cow comfort and new barns: The latest in Florida*

<<http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2003/Bray.pdf>> Geraadpleegd 01-09-2015

- Brouk, M (2003) [www.document] *Effectiveness of cow cooling strategies under different environmental conditions* <<https://www.asi.k-state.edu/doc/dairy/effectiveness-of-cow-cooling-strategies-under-diff-environmental-conditions.pdf>> Geraadpleegd: 02-09-15
- Buissonje, F (2014) Kwantitatieve informatie veehouderij 2014 Has bibliotheek [document] Geraadpleegd: 16-10-2015
- Busch, B (2006) *Krankheitsursache Haltung: Beurteilung von nutztierställen – ein tierärztlicher Leitfaden* [www.document] <https://books.google.nl/books?id=HlxnK0SFBnC&pg=PT39&lpg=PT39&dq=luftbewegung+rinder+m/s&source=bl&ots=2AwCUI4qsJ&sig=7aWrcfkPH_SnPUlwtA75YGQ-ICw&hl=nl&sa=X&ved=0CCAQ6AEwAGoVChMI7qCOyPCZyAIVAckUCh20cgRV#v=onepage&q=luftbewegung%20rinder%20m%2Fs&f=false> Geraadpleegd 28-09-15
- Bussink (2011) *Mogelijkheden en waarde van alternatieve meststoffen in de akkerbouw* [www.document] < https://nmi-agro.nl/images/Factsheet_meststoffen.pdf> Geraadpleegd: 06-10-15
- CBS (oktober 2015) *Klimaatgegevens; weerstation de bilt temperatuur neerslag en zonneshijn* [www.document] <<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLnl&PA=80182NED&LA=nl>> Geraadpleegd: 22-10-2015
- Colenbrander, E (2012) *Foto's eerste luchtwasser melkveehouderij* [webpagina] <<http://www.melkvee.nl/melken/nieuws/2378/fotos-eerste-luchtwasser-melkveehouderij>> Geraadpleegd: 24-09-2015
- Collier, R (2012) [www.document] Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. <http://dairy.ifas.ufl.edu/RNS/2012/6CollierRNS2012a.pdf> Geraadpleegd: 31 augustus 2015
- Compassion in world farming (2012) *Statistichs: Dairy cows* [www.document] <<https://www.ciwf.org.uk/media/5235182/Statistics-Dairy-cows.pdf>> geraadpleegd 22-09-15
- CRV (2015) *CRV Jaarstatistieken Nederland 2014* [www.document] <<https://www.crv4all.nl/wp-content/uploads/2015/02/CRV-Jaarstatistieken-2014-NL.pdf>> Geraadpleegd 14-09-15
- CRV(2015) *Handboek kwaliteit, kengetallen fokwaarde vruchtbaarheid.* [www.document] <https://www.crv4all.nl/wp-content/uploads/2015/04/E_17_apr2015_nl.pdf> Geraadpleegd: 14-09-15
- Dekkers, M (2015) Sectormanager melkvee [interview] <<http://www.agripress.be/start/artikel/552821/nl>>
- DeLaval (z.d.) [www.document] *Meer lucht, meer melk, DeLaval stalventilatiesystemen.* <http://mijn.stalbouw.nl/files/_secure/Stalventilatiesystemen_delaval.pdf> Geraadpleegd: 01-09-2015
- DeLaval (2011) *Voeren in de praktijk* [www.document] <<http://www.delaval.nl/-/Kennisbank/Voeren/Voeren-in-de-praktijk/>> Geraadpleegd 15-09-15

- Den boer beton (2012) *Groene Vlag Roostervloeren* [www.document]
<<http://www.denboerbeton.nl/wp-content/uploads/Brochure-Groene-Vlag.pdf>> Geraadpleegd: 09-10-15
- Derradji, M (2014) *Modeling the soil surface temperature for natural cooling of buildings in hot climates* [www.document] <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914006681>>
Geraadpleegd: 22 september 2015
- DGC Boven-Veluwe (2015) Hittestress [webpagina]
<<http://www.dgcbovenveluwe.nl/runderen/hittestress>> Geraadpleegd: 26/10/15
- Douglas, J (1992) Cumulative effects of heat stress on milk production in holstein herds [www.document] <http://mrec.org/files/2011/03/ASAE_Paper_92_4027.pdf> Geraadpleegd 04-09-2015
- Ekwadraat (2015) *Energiebesparen* [webpagina]
<<http://www.ekwadraat.com/projecten/landbouw/energiebesparen/>> Geraadpleegd: 06-10-15
- Elite magazin (2012) *Kühe mit Wasser kühlen* [website] <<http://www.elite-magazin.de/dossiers/Kuehe-mit-Wasser-kuehlen-849507.html>> Geraadpleegd: 30-09-15
- Environmental Control Department (E.C.D.) (2004) *Royal Commission Environmental Regulations* [www.document] <http://www.rcjy.gov.sa/ar-SA/Jubail/Citizen/Environment/Documents/RCER_2004_Regulations.pdf> Geraadpleegd: 09-10-15
- Federatie van Onderlinge verzekeringsmaatschappijen in Nederland (FOV) (2004) *Het brandgedrag van isolatiematerialen* [www.document]
<<http://www.topteam.nl/uploads/preventie/Brandgedrag%20isolatiematerialen.pdf>>
Geraadpleegd: 7-10-2015
- Granorolo Group (2013) *Granorolo 2013 Directors' Report* [www.document]
<<http://www.granarolo.it/annualreport2013/pdf2013/granarolo-group-directors-report-2013.pdf>>
Geraadpleegd: 10-09-2015
- Hahn, L. (1969) *Predicted versus measured production differences using summer air conditioning for lactating dairy cows.*
<<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1472&context=usdaarsfacpub>>
Geraadpleegd 01-09-2015
- Has Hogeschool (z.d.) *Hoofdstuk 4. Diergezondheid & klimaat* Reader. Geraadpleegd: 30-09-15
- Hoevenagel, R (2008) *De kwaliteit van de Nederlandse stroomnetten* [www.document]
<<https://www.uneto-vni.nl/stream/kwaliteitstroomnetten>> Geraadpleegd: 07-10-15
- Hofmann, E (2012) *Untersuchungen zu einer Nassburste für kühe in milchviehbetrieben* [www.document] <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/14047/1/Hofmann_Eva-Maria.pdf>
Geraadpleegd 29-09-15
- House, H (2010) *Low Profile Cross Ventilation Barns* [www.document]
<<http://www.omafr.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/lpbarns.htm>> Geraadpleegd 16-09-15

Ishler, V (2011) *Prevention and Control of Foot Problems in Dairy Cows* [www.document] <<http://www.extension.org/pages/11201/prevention-and-control-of-foot-problems-in-dairy-cows#.VfflienlZ8A>> Geraadpleegd 15-09-15

Jacobsen, S (augustus 2015) [www.document] Koelen droge koe levert 1,5 kilo melk per dag extra op. <http://www.melkvee.nl/nieuws/7498/koelen-droge-koe-levert-15-kilo-melk-per-dag-extra-op> Geraadpleegd: 31 augustus 2015

Jaeggi, P (2014) *So laut wie ein Presslufthammer* [webpagina] <http://www.deutschlandfunk.de/kuhglocken-so-laut-wie-ein-presslufthammer.1242.de.html?dram:article_id=298152> Geraadpleegd: 20-10-15

Jeddah Regional Climate Center (JCC) (2015) *Climate Data for Saudi Arabia* [webpagina] <http://jrcc.sa/climate_data_observatory_sa.php> Geraadpleegd: 09-10-15

Jordan, E (2001) *Heat stress and mastitis* [www.document] <<http://animalscience.tamu.edu/wp-content/uploads/sites/14/2012/04/dairy-heat-stress-and-mastitis.pdf>> Geraadpleegd: 17-09-15

Kammel, D (2003) *Design of High Volume Low Speed Supplemental Cooling System in Dairy Free Stall Barns* <<http://ecaaser3.eca.ntu.edu.tw/weifang/HVLS-Fan/hvlsdairycooling.pdf>> Geraadpleegd: 20-10-15

Key, N [www.document] Climate Change, Heat Stress and U.S. Dairy Production <http://www.ers.usda.gov/media/1679930/err175.pdf> (September 2014) Geraadpleegd: 31 augustus 2015

Knickmeyer, E (2012) *Saudi dairy is pushing tech to the limit* [www.document] <<http://www.wsj.com/articles/SB10000872396390443294904578046460194810002>> Geraadpleegd 22-09-15

KNMI (2015) Jaaroverzicht van het weer in Nederland, 2014 [www.document] <https://cdn.knmi.nl/knmi/map/page/klimatologie/gegevens/mow/jow_2014.pdf> Geraadpleegd 26-10-15

KNMI (2011) [www.document] *De bilt, langjarige gemiddelden, tijdvak 1981-2010* <http://www.klimaatatlas.nl/tabel/stationsdata/klimtab_8110_260.pdf> Geraadpleegd 03-09-15

Korral Kool (z.d.) *KK1 Features and Benefits* [webpagina] <<http://www.korralkool.com/templates/section-view.php?id=23>> Geraadpleegd 22-09-15

Korral Kool(z.d.) *Korral Kooler* [www.document] <http://www.korralkool.com/minicms/uploads/200502061955490.KK1_kooler.pdf> Geraadpleegd: 19-10-15

Laer, E (2015) *Detectie, gevolgen en preventie van hittestress bij rundvee op de weide* [www.document] <http://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Medelingen/185_PASTRESS_Veehouderij.pdf> Geraadpleegd 17-09-15

Landbouwwinkel (2015) *Stalventilator 1,4 mtr 380v*, [website] <<http://www.landbouwwinkel.nl/webshop/stalventilator-1-4-mtr-380v-1-pk-0-75kw.html>> Geraadpleegd: 08-10-15

Lely (z.d.) [webpagina] Voorkoming van hittestress <<http://www.lely.com/nl/farming-tips/voorkoming-van-hittestress>> Geraadpleegd 31 augustus 2015-08-31

- LTO Nederland (2010) *Melkveehouderij midden in de maatschappij* [www.document]
<<http://www.lto.nl/media/default.aspx/emma/org/10821097/110518+LTO+NL-melkveehouderij-def-webversie.pdf>> Geraadpleegd: 20-10-15
- Macuhova, J (2008) *Untersuchungen zur Optimierung des Stallklimas in Außenklima- ställen für Milchvieh* [www.document]
http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_31348.pdf
Geraadpleegd: 28-09-15
- Melkvee.nl (2015) *Marktprijzen* [webpagina] <<http://www.melkvee.nl/nieuws/5081/prijs-stierkalveren-in-de-lift>> Geraadpleegd 15-09-15
- Mellado, M (2011) *Effect of lactation number, year, and season if initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin* [www.document]
<https://www.researchgate.net/publication/51583977_Effect_of_lactation_number_year_and_season_of_initiation_of_lactation_on_milk_yield_of_cows_homonally_induced_into_lactation_and_treated_with_recombinant_bovine_somatotropin?> Geraadpleegd: 22-10-2015
- Munroe, J (1981) *Tie-stall dairy cattle housing* [www.document]
<https://archive.org/stream/tiestalldairycat00munr/tiestalldairycat00munr_djvu.txt> Geraadpleegd: 28-09-15
- Nadis (z.d.) *Displaced Abomasums* [webpagina] <<http://www.nadis.org.uk/bulletins/displaced-abomasums.aspx>> Geraadpleegd: 19-10-2015
- Oetzel, G (2003) [www.document] *Introduction to Ruminant Acidosis in Dairy Cattle*
<<http://www.forhealthycows.com/TechPapers/RumenAcidosis.pdf>> Geraadpleegd: 1 september 2015
- Oslinga, K.J. (2014) *LTO Melkmarktbericht* [www.document]
<http://www.ltonoord.nl/sites/ltonoord.nl/files/lto_actueel_melkmarktsituatie_6_jan_2014.pdf>
Geraadpleegd: 11-09-2015
- Pedersen, S (2002) *Climatization of animal houses* [www.document]
http://www.cigr.org/documents/CIGR_4TH_WORK_GR.pdf Geraadpleegd: 28-09-15
- Pichler, M (2009) *Stallklima in Rinderstallungen* [www.document]
<http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAAahUKEwi5xczS8ZnIAhWBTRoKHXReECV&url=http%3A%2F%2Fwww.raumberg-gumpenstein.at%2Fcm4%2Fde%2Fforschung%2Fpublikationen%2Fdownloadsveranstaltungen%2Ffinish%2F1715-3263-wt-rinderstallklima%2F13213-stallklima-in-rinderstallungen-teil-1.html&usg=AFQjCNFNi-2liXrAKTttiwbqjbcwCeU_0ag&sig2=24h0WEh41LYgRngOGxzEPw>
<<http://www.landwirt.com/Stallklima-in-Rinderstallungen-Teil-2-Rinder-benoetigen-beste-Luftqualitaet-um-optimale-Leistungen-,,7810,,Bericht.html>> Geraadpleegd 30-09-15
- Plaizier, J. C., et al. (z.d.) [www.document] *"Minimizing the Risk for Rumen Acidosis"* Department of Animal Science, University of Manitoba
<http://www.voorkompensverzuring.nl/media/1021/artikel-plaizier.pdf> Geraadpleegd: 1 September 2015
- Praks, J (z.d.) [www.document] *The effect of temperature stress on dairy cows*
<http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCcQFjAAahUKEwi7oMyAtdPHAhXCbtsKHSMMBow&url=http%3A%2F%2Fihu.emu.ee%2Fdownloads%2FWelfood%2FTempe>

[rature.doc&ei=31TkVfu0LcLd7QajmJigCA&usg=AFQjCNEPG7SV_Hb7DMe2dAuTle9E9ddkbQ&sig2=liwZMymr6BZCnQmDLI8pQ](#) Geraadpleegd: 31-08-15

Progressive Dairyman (2004) [www.document] *Is that sara stealing money from your wallet?*
<<http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/dairy/dairysystems/Is%20that%20SARA%20stealing%20money%20from%20wallet.pdf>> Geraadpleegd 1 september 2015

Rommelink, G (2014) *Handboek Melkveehouderij 2014* [www.document]
<<http://edepot.wur.nl/329939>> Geraadpleegd: 15-09-15

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) (2015) *Over bacteriën* [webpagina]
<http://www.rivm.nl/Onderwerpen/Z/Ziek_door_dier/Besmettingsroutes/Ons_voedsel/Over_bacteriën> Geraadpleegd: 08-10-15

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2015) *Effecten op milieu* [webpagina]
<http://www.rivm.nl/Onderwerpen/A/Ammoniak/Effecten_op_milieu> Geraadpleegd: 24-09-15

RVO (2015) *Spuiwater als meststof* [website] <<http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest-bewerken-en-gebruiken/spuiwater-als-meststof>> Geraadpleegd 05-10-15

Ryckaert, I (2011) *Melkveevoeding* [www.document]
<http://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Medelingen/Brochure_Melkveevoeding.pdf> Geraadpleegd: 19-10-2015

Saudi Electricity Company (2015) *Time of use (TOU) Tariff and its applications* [website]
<<https://www.se.com.sa/en-us/Pages/ChangingTariffForCommercialAndIndustrialSectors.aspx>>
Geraadpleegd 19-10-15

Schuller, L [www.document] *What is the most effective breeding strategy of dairy cows under short and long term heat stress* (Juni 2015)
https://www.researchgate.net/publication/280522349_What_is_the_most_effective_breeding_strategy_of_dairy_cows_under_short_and_Long_term_heat_stress Geraadpleegd: 31-08-15

Slimen, B [www.document] *Heat stress effects on livestock molecular cellular and metabolic aspects a review introduction effects of hot conditions of livestock production.* (augustus 2015)
https://www.researchgate.net/publication/280775019_Heat_stress_effects_on_livestock_molecular_cellular_and_metabolic_aspects_a_review_Introduction_Effects_of_hot_conditions_on_livestock_production Geraadpleegd: 31-08-15

Slokkermans, P (2015) *Meer melk met vruchtbare koe* [www.document]
<http://www.nieuweoogst.mobi/scripts/edoris/edoris.dll?tem=LTOM_TEXT_VIEW&doc_id=232017>
Geraadpleegd 14-09-15

Smith, J.F. (2006) *Comprehensive evaluation of a low-profile cross-ventilated freestall barn* [www.document] <<http://www.wdmc.org/2007/smithandharner.pdf>> Geraadpleegd: 26-10-15

Spicer, L (1993) *Effects of inert fat on energy balance, plasma concentrations of hormones, and reproduction in dairy cows.* [www.document] <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8227668>>
Geraadpleegd: 04-09-2015

St-pierre, N (2003) *Economic Losses from heat stress by US Livestock Industries* [www.document]
<http://www.ansci.wisc.edu/jip1/pig_case/html/library/Economic%20losses%20from%20heat%20stress%20by%20US%20livestock%20industries.pdf> Geraadpleegd: 16-09-2015

Suadsong, S (2012) [www.document] *Alleviating Heat Stress Leads to Improved Cow Reproductive Performance* <<http://www.intechopen.com/books/export/citation/EndNote/milk-production-an-up-to-date-overview-of-animal-nutrition-management-and-health/alleviating-heat-stress-leads-to-improved-cow-reproductive-performance>> Geraadpleegd: 04-09-2015

Swetska, R, Iowa State University(2010) *Hydrogen sulfide spatial distribution and exposure in deep-pit swine housing* [www.document]
<<http://www.gddiergezondheid.nl/diergezondheid/management/huisvesting/waterstofsulfide-gassen-in-varkensstallen>> Geraadpleegd 21-10-2015

Tao, S (2012) [www.document] *Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves* <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030212007126>>
Geraadpleegd: 03-09-2015

Uiergezondheidscentrum Nederland (2015) Website <<http://www.ugcn.nl/nl/25222736-Home.html>>
Geraadpleegd 17-09-15

Vaassen (z.d.) *Protocol klauwaandoeningen* [www.document]
<http://home.kpn.nl/dap_vaassen/assets/pdf/Behandelprotocollen%20dierziekten.pdf>
Geraadpleegd: 15-09-15

Valacon-Dairy (2014) [www.document] *Pensverzekering kost u geld en levensduur*
<http://www.voorkompensverzekering.nl/media/1020/pensverzekering_valacon_dairy.pdf>
Geraadpleegd: 1 september 2015

Vanbaale, M (2004) *Evaluation of advanced dairy systems shade tracker (ADS-ST) fans and Korral Kool (KK) coolers on a commercial dairy in Arizona* [www.document]
<http://cals.arizona.edu/extension/dairy/conference/proceedings/2004/shade_tracker_fans.pdf>
Geraadpleegd: 23-10-2015

Varkenshouderij (2005) *Zie, voel en ruik of stalklimaat goed is* [www.document] <
<http://www.boerderij.nl/PageFiles/26368/007_boerderij-download-BOE003345D06.pdf>
Geraadpleegd: 21-10-2015

Veerkamp (2000) *Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility* [www.document]
<https://www.researchgate.net/profile/Roel_Veerkamp/publication/12654833_Energy_balance_of_dairy_cattle_in_relation_to_milk_production_variables_and_fertility/links/02e7e51505678e2bec000000.pdf> Geraadpleegd: 20-10-15

Verberne, R (2004) *Lebmaagverplaatsing* [www.document]
<<http://www.verberneboek.nl/vee/lebmaagverplaatsing-een-koe-die-niet-vreet.php>>
Geraadpleegd: 13-10-2015

Voorkompensverzekering (zd) [www.document] *Hittestress*
<http://www.voorkompensverzekering.nl/pensverzekering/hittestress/> Geraadpleegd: 1 september 2015

Wheatherbase (2015) *Mecca, Saudi Arabia* [webpagina]
<<http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=3014&cityname=Mecca-Saudi-Arabia>>
Geraadpleegd:22-09-15

Wiersma, F. (1990) *Temperature Humidity Index*. [www.document]
<http://www.lely.com/uploads/original/Farming_tips/FM_-_brochures/Barn_design/proef_3_Lely_kennisdocument_-_Stallenbouw_210x297_FC_B06026_NL_16-06-10.pdf> Geraadpleegd: 08-09-15

Wisselkoers.nl (2015) *Koers dollar* [website] <<http://www.wisselkoers.nl/dollar>> geraadpleegd: 22-10-15

Zentner (2008) *Stallklima im Rinderstall* [www.document] <<https://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/viewdownload/355-fachtagung-rinderproduktion-kooperation-von-lfz-und-delaval/2843-stallklima-im-rinderstall-mit-dem-schwerpunkt-ventilation.html>> Geraadpleegd: 30-09-15

ZuivelNL (2015) zuivelproductie per land 2015. [www.document] <<http://www.zuivelnl.org/wp-content/uploads/2015/08/Productie-20152014.pdf>> Geraadpleegd: 14-09-15

Bijlage I: Omzet en aanwas Cow Wellness

Voor de berekeningen is uitgegaan van onderstaande prijzen:

Prijzen

Gebruiksvee

Stierkalf	€ 115,00
Kruislingstierkalf	€ 265,00
Vaarskalf	€ 45,00
Vaarskalf 1 jaar	€ 520,00
Drachtig pink 2 jaar	€ 1.040,00
Drachtige koe, niet melkgevend	€ 1.085,00
melkgevende vaars	€ 1.130,00
melkgevende koe	€ 1.085,00

Slachtvee

pink 2 jaar	€ 530,00
Worstkoe	€ 660,00
Afgemeste koe	€ 790,00
Gemiddelde slachtkoe	€ 725,00

Vervangingswaarden

vrl. Jongvee 0-1jr	€ 320,00
Pinken 1-2 jr	€ 825,00
drachtige pink 2 jaar	€ 1.050,00
Melkkoe	€ 1.100,00

opfokkosten 0-1 jaar	€ 475,00
opfokkosten 1-2 jaar	€ 520,00

Bron: Kwin 2014

Gemiddelde situatie in Nederland

Als uitgangssituatie is de gemiddelde situatie in Nederland genomen. De huidige gemiddelde Nederlandse situatie is:

aantal melkkoeien	100
gemiddelde leeftijd in lactatie	3,67 jaar
gemiddeld aantal stuks jongvee	60,1
jongvee per 100 melkkoeien	60,1
vervangingspercentage	27%
Uitval	2%
Uitstoot	25%
TKT	414
0-1 jaar	
Aantal kalveren	88
aantal man nuka's verkocht	41,0
aantal vr nuka's verkocht	9,8
Kalveren voor opfok	34
uitval eerste 24uur	7%
na 24 uur	31
Uitval 24u - 2mnd	3%
uitval 2mnd - 1 jr	2%
Kalveren 1 jr	30
1-2 jaar	
kalveren 1 jr	30 kalveren
uitval	2%
uitstoot	6%
2 jaar	27
Instroom	27 koeien per jaar

De aanwas op het bedrijf wordt op 0 gesteld, de waarde van de veestapel blijft namelijk gelijk in de uitgangssituatie. De omzet is in de uitgangssituatie:

De omzet bij deze situatie is:

	stuks	totale waarde
Uitstoot melkkoeien	25	€ 16.500,00
Uitstoot pinken 2 jr	1,8	€ 954,00
Verkochte nuka's mannelijk	41	€ 4.715,00
Verkochte nuka's vrouwelijk	9,8	€ 441,00
Totale omzet		€ 22.610,00

De opfokkosten voor deze situatie zijn:

aanwezige kalveren	30,5	€ 14.487,50
aanwezige pinken	28,5	€ 14.820,00
Totale opfokkosten		€ 29.307,50

Verwachte situatie Cow Wellness

Door de conditionering worden de technische resultaten verbeterd. De onderstaande situatie wordt verwacht:

Omzet en aanwas	
aantal melkkoeien	100
gemiddelde leeftijd in lactatie	4,33 jaar
gemiddeld aantal stuks jongvee	50,8
jongvee per 100 melkkoeien	50,8
vervaningspercentage	23%
Uitval	2%
Uitstoot	21%
TKT	404
0-1 jaar	
Aantal kalveren	90
aantal man nuka's verkocht	42,0
aantal vr nuka's verkocht	15,6
Kalveren voor opfok	28
uitval eerste 24uur	7%
na 24 uur	26
Uitval 24u - 2mnd	3%
uitval 2mnd - 1 jr	2%
Kalveren 1 jr	25
1-2 jaar	
kalveren 1 jr	25 kalveren
uitval	2%
uitstoot	6%
2 jaar	23
Instroom	23 koeien p jaar

De aanwas op het bedrijf wordt op 0 gesteld, de waarde van de veestapel blijft namelijk gelijk in de uitgangssituatie. De omzet is in de uitgangssituatie:

De omzet bij deze situatie is:

	stuks	totale waarde
Uitstoot melkkoeien	21	€ 13.860,00
Uitstoot pinken 2 jr	1,5	€ 795,00
Verkochte nuka's mannelijk	42	€ 4.830,00
Verkochte nuka's vrouwelijk	15,6	€ 702,00
Totale omzet		€ 20.187,00

De opfokkosten voor deze situatie zijn:

aanwezige kalveren	25,5	€ 12.112,50
aanwezige pinken	24	€ 12.480,00
Totale opfokkosten		€ 24.592,50

Bijlage 2, Isolatie Cow Wellness

Om het benodigde koelvermogen te berekenen bij het Cow Wellness systeem te kunnen berekenen moet de warmte instraling worden berekend. Deze is in tabel 1 af te lezen.

Tabel 1: warmte instraling

Isolatie

Isolatieplaten dak

Dikte in mm

R-waarde platen 3,05

Totaal m² dak 1300

Totale warmte instraling dak 3,8 kW

Betonnen muur voor en achterzijde

R-waarde muren 2,06

m² muur voor en achter 180

Totale warmte instraling muren voor en achter 0,9 kW

Panelen voor en achtergevel

R-waarde gevelpanelen 2,8

m² muur gevelpanelen 120

Totale warmte instraling panelen voor en achter 0,4 kW

Zijwanden beton

R-waarde zijmuur 2,06

m² zijmuur 141

Totale warmte instraling muren zijkant 0,7 kW

Zijwanden ongeïsoleerd

R waarde zijmuren 0,4

oppervlakte zijmuren 141,0

Totale warme instraling zijmuren 3,4 kW

Glazen zijwand

R-waarde Glas 0,8

m² glazen zijwanden 141

Totale warmte instraling glas 1,8 kW

Lichtdoorlatende platen dak

R-waarde lichtdoorlatende platen 0,6

Aantal m² lichtdoorlatende plaat 130,0

Totale warmte instraling lichtplaten 2,5

Totaal: 10,1 kW

Bij deze berekening is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Buitentemperatuur is 30°C;
- Gemiddelde binnentemperatuur is 18 °C;
- De stal heeft standaard afmetingen van ongeveer 10m² per koe;
- Alle buitenwanden zijn geïsoleerd;
- De stal is, met 30 meter breed en 47 meter lang, goed voor 140 koeien;
- Voorgevel bestaat eerste 3 meter uit beton, daarboven isolatiepanelen;
- Zijwanden zijn 3 meter hoog, 50% glas en 50% beton.