Rapport 221 februari 1973

CAPACITEITEN IN DRAAI- EN VISGRAATMELKSTALLEN

J. Hop, K. Maatje en H.A. de Vries

INSTITUUT
VOOR LANDBOUWTECHNIEK EN RATIONALISATIE

3034
43c
228110

INHOUD

Samenvatting en conclusies

1. Inleiding 1

2. De handelingen van de melker bij het melken 5

3. De capaciteit en de arbeidsfilm in draaimelkstallen 9

4. De capaciteit en de arbeidsfilm in visgraatmelkstallen 15

5. De capaciteit op basis van de krachtvoeropname 18

Bijlage 1 Enkele capaciteitsberekeningen voor visgraat- en draaimelkstallen

Overneming alleen toegestaan na overleg met de schrijvers

SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De mantijd die per koe nodig is bepaalt het aantal per uur te melken koeien. Vergroting van de capaciteit van de melker kan worden bereikt door verlaging van de mantijd per koe, hetgeen mogelijk is door technische voorzieningen, die leiden tot bekorten of weglaten van een aantal handelingen.

De ontwikkeling van automatische apparatuur heeft in melkstallen een belangrijke invloed op de capaciteit van de melker en op de kwaliteit van het werk.

In deze systematische vergelijking bleven invloeden, veroorzaakt door praktische omstandigheden buiten beschouwing (tochtige koe, pas afgekalfde koe, in koppels ingedeelde veestapel, enz.).

Uitgangspunt bij de studies is geweest een goede melktechniek bij draaimelkstallen in vergelijking met visgraatmelkstallen, hetgeen geleid heeft tot de volgende conclusies:

a De capaciteit van de melker wordt bepaald door de benodigde mantijd per koe. De melker kan echter wachttijd hebben, indien de koetijd als beperkende factor optreedt (lange machinemelktijd of krachtvoeropnametijd).

b Bij de de huidige opvattingen omtrent een goede melktechniek bedraagt de mantijd in de niet-geautomatiseerde draaimelkstal ca. 1,10 minuten per koe, overeenkomend met ongeveer 54 koeien per uur.

c Bij het type draaimelkstal waarin de koeien automatisch kunnen worden verwisseld is de daardoor verkregen tijdwinst (0,20 minuten per koe) een in het oog springend voordeel. Automatisch wisselen van koeien geeft een belangrijke capaciteitsverhoging, namelijk tot 65 koeien per uur, indien de melker hiermede geen bemoeiing heeft.

d Bij automatisch wisselen van de koeien en automatisch afnemen van de melkstellen is een twaalfstandsdraaimelkstal optimaal; de bereikte prestatie is dan ca. 90 koeien per uur, waarbij de cyclustijd 7,80 minuten bedraagt. De koe bevindt zich hierbij ca. 6,80 minuten in de stand. De machinemelktijd is dan maximaal 6,05 minuten.

e De arbeidsprestatie in een draaimelkstal met zes tot acht standen komt vrijwel overeen met die in een acht- tot tienstandsvisgraatmelkstal. Automatisch afnemen van de melkstellen heeft bij dit aantal een geringe invloed op de arbeidsprestatie. Naarmate het aantal standen groter is, laat deze invloed zich meer gelden.

f Een belangrijk voordeel van de visgraatmelkstal is de mogelijkheid om het aantal standen op eenvoudige wijze aan te passen, indien bij de bouw van de stal hiermede rekening wordt gehouden. Bij een draaimelkstal is deze mogelijkheid uitgesloten.

g Onder optimale omstandigheden (korrels Ø 5 mm, weinig meel tussen de korrels) kunnen de koeien ± 500 gram krachtvoer per minuut opnemen. Dit betekent voor hoogproduktieve koeien, die bijvoorbeeld 5 kg krachtvoer moeten opnemen, een verblijftijd in de melkstal van ca. 10 minuten.

h Wat de capaciteit op basis van de machinemelktijd betreft zijn acht- tot zestienstandsvisgraatdoorloopmelkstallen en zes- tot negenstandsdraaimelkstallen vergelijkbaar. De benutbare tijd voor krachtvoeropname is in de visgraatdoorloopmelkstal echter langer.

i Indien het krachtvoer uitsluitend in de melkstal wordt verstrekt is de kans groot dat vooral hoogproduktieve koeien onvoldoende gelegenheid krijgen voor krachtvoeropname. Het verdient aanbeveling om op het moderne veehouderijbedrijf voorzieningen te treffen om althans een gedeelte van het krachtvoerrantsoen aan het eethek te kunnen verstrekken.

1. INLEIDING

De bedrijfsvergroting in de melkveehouderijsector zal als regel gepaard moeten gaan met een verhoogde capaciteit in de melkstal. De stijgende arbeidsbehoefte voor een grotere veestapel zal moeten worden opgevangen door een gelijkblijvend of dalend arbeidsaanbod. Dit is mogelijk indien de arbeidsomstandigheden zo rationeel mogelijk kunnen worden aangepast, waarbij ook de melkstal en de mogelijkheden daarin een belangrijke rol spelen.

Een nieuwe ontwikkeling betreft de intrede van de roterende of draaimelkstal, die naar aantal standen en inrichting in een min of meer grote verscheidenheid reeds op een aantal bedrijven toepassing heeft gevonden. Deze melkstal, waarin een aantal standen recht of schuin achter elkaar in een cirkel zijn opgesteld, draait met een vaste of te variëren snelheid. De te melken koe stapt op de stand waarop een voerbak aanwezig is en kan deze stand niet eerder verlaten dan na aankomst bij de uitgang. Het doel is hierbij dat de koe tijdens één rondgang kan worden gemolken. In dit type melkstal worden de koeien individueel verwisseld.

Het bedienen van in- en uitlaathekken kan plaatsvinden in handwerk maar kan ook automatisch worden verricht. Tijdens het verblijf op de melkstand kan de koe een hoeveelheid krachtvoer opnemen, gedoseerd door een daartoe ingestelde voerautomaat.

De melker kan evenmin als in andere typen doorloopmelkstallen vooraf bepalen waar en in welke volgorde de te melken koeien zullen staan. Een koe met een lange machinemelktijd zal de kans lopen nog niet "uit" te zijn op het moment dat zij de stand zal moeten verlaten. De keuze van de melker is nu: òf wachten totdat de koe is uitgemolken, òf deze koe nog een ronde te laten maken; in beide gevallen heeft dit een daling van de capaciteit tot gevolg. Versneld draaien bij een koe met een korte machinemelktijd heeft weinig effect, doordat de tijdwinst bij een volgende koe in wachttijd wordt omgezet.

In de visgraatmelkstal daarentegen kan de melker binnen één groep een koe met een extreem lange machinemelktijd het eerst aansluiten en een koe met een extreem korte machinemelktijd het laatst. Op deze wijze kunnen grote verschillen in machinemelktijd gedeeltelijk worden opgeheven, waardoor wachttijden van de melker worden beperkt. Een en ander hangt

samen met het verwisselen per groep.

Omtrent de mogelijkheden en voordelen van draaimelkstallen in vergelijking met die in visgraatmelkstallen werd een studie verricht door:

J. Hop - Consulentschap voor Boerderijbouw en -inrichting
K. Maatje - Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek
H.A. de Vries - Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie.

De resultaten van de studie, aangevuld met onderzoekgegevens uit de praktijk, worden in dit rapport weergegeven.

De in dit rapport weergegeven vergelijking betreft slechts enkele situaties met uitsluiting van allerlei in de praktijk zich voordoende situaties, zoals een pas afgekalfd dier, een tochtig dier e.d, resulterend in een lagere capaciteit.

In bijlage 1 wordt een aantal formules gegeven die kunnen worden gebruikt voor berekening van de capaciteit in visgraat- en draaimelkstallen.

Het rapport wil geen aanspraak maken op volledigheid. Onbesproken bleven de situaties waarbij een tweede persoon in de melkstal bij het melken helpt en/of bij de wachtruimte een vlotte en regelmatige toeloop van de koeien waarborgt. In deze gevallen is de mantijd per koe het dubbele, met andere woorden de capaciteit per manuur is daardoor tot de helft gereduceerd.

Ook draaimelkstallen, waarin de afsluithekken in handkracht moeten worden bediend, bleven buiten beschouwing, omdat de mechanische en automatische bediening in de praktijk goed werken.

Bovendien blijven een aantal moeilijk te evalueren factoren buiten beschouwing, zoals de ergonomische belasting van de melker, het overzicht van het werk en de koeien, de bereikbaarheid van de uiers en de grootte van de werkruimte. Ook andere factoren, bijv. de bedrijfsgebonden factoren, economische aspecten e.d. spelen een rol. Nadere bestudering van deze punten is wenselijk.

2. DE HANDELINGEN VAN DE MELKER BIJ HET MELKEN

De benodigde mantijd is afhankelijk van de mate van automatisering bij bijv. het verwisselen van de koeien, het afnemen van de melkstellen, enz. De melker zal zich echter steeds moeten richten op een zo goed mogelijke kwaliteit van zijn werk en op een zo hoog mogelijke prestatie. Het spreekt welhaast vanzelf dat er steeds sprake moet zijn van goed werkende apparatuur.

De te verrichten handelingen zijn als volgt:

Voorbehandeling

In deze handelingen zijn opgenomen de reiniging van spenen en uier en het wegmelken van de eerste stralen (controle op uiergezondheid). Het geheel achterwege laten van de voorbehandeling is niet bevorderlijk voor een goede kwaliteit van de melk en verhoogt de risico's met betrekking tot de uiergezondheid. De gemiddelde tijd per koe bedraagt 0,25 minuten.

Aansluiten van het melkstel

Deze handeling omvat, voor zover aanwezig, het aansluiten van het melkmeetglas, het pakken van het melkstel, het toelaten van het vacuüm en het aanbrengen van de tepelhouders. Hiervoor is per koe per keer nodig 0,20 minuten. Na het aansluiten van de tepelhouders moet bij gebruik van een ophefapparaat of zwaaiarm de hoogte en de stand van het melkstel worden ingesteld en vergrendeld. Dit kost 0,10 minuten extra.

Afnemen van het melkstel

Hiertoe behoren het afsluiten van het vacuüm, het afnemen van de tepelhouders en het weghangen van het melkstel. Bij gebruik van melkmeetglazen wordt de melk door het omzetten van een driewegkraan afgevoerd. Gemiddeld is de benodigde tijd 0,10 minuten per koe. Bij automatisch afnemen is geen mantijd nodig, terwijl bovendien een deel van de controletijd vervalt.

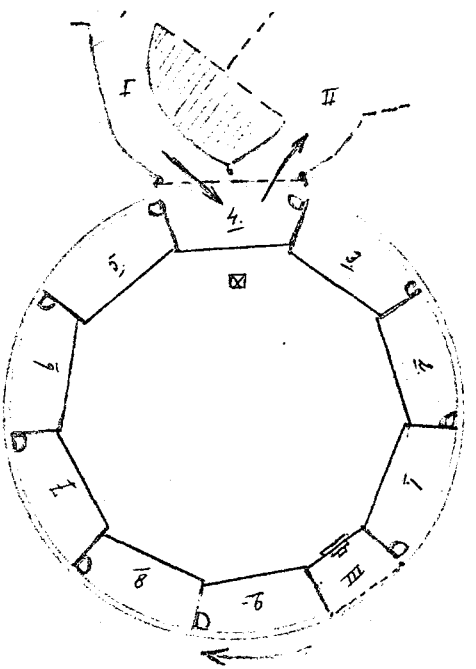
Wisselen van de koeien

De benodigde tijd voor dit onderdeel is afhankelijk van de inrichting van de melkstal. Onderscheiden worden de volgende systemen:

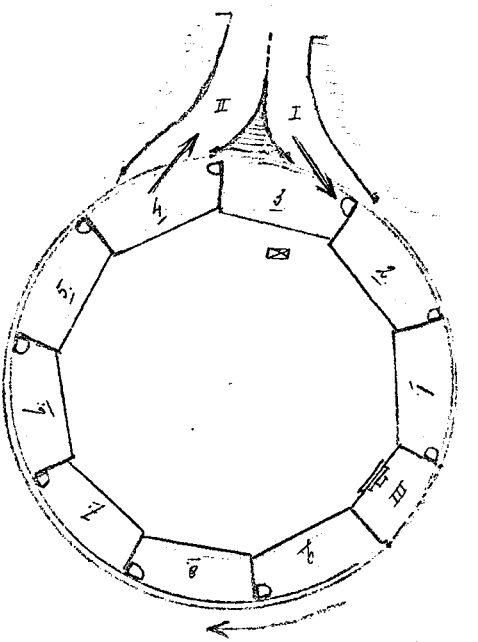
a de draaimelkstal stopt automatisch bij iedere stand voor de wisselplaats; door een druk op de knop opent zich het hek voor de uit- en inlaatpoort. De gemolken koe stapt uit de melkstal, de volgende koe neemt deze plaats in, terwijl de melker de krachtvoerautomaat instelt. De volgende stand draait voor, nadat de melker op een pedaal heeft gedrukt;

b tijdens het draaien valt de uitlaatdeur automatisch open, waarna de gemolken koe kan uitstappen, de volgende koe stapt op de doordraaiende lege stand, waarna de melkstal automatisch voor de krachtvoerautomaat stopt. De volgende stand draait op dezelfde wijze voor, nadat de melker de stal via een knop of pedaal heeft gestart.

wisselsysteem a



wisselsysteem b



1 t/m 9 = melkstanden met voerbak

I = toeloopgang

II = uitloopgang

III = doorloop voor de melker

X = bedieningspaneel

Bij het niet-automatische systeem (a) vraagt het verwisselen van de koeien 0,20 minuten per keer van de melker. Het automatische systeem (b) vraagt geen tijd van de melker, maar wel aandacht: gaat de gemolken koe inderdaad uit de stand en komt de volgende koe vlot binnen? De melker kan hier wel ander werk doen tijdens het wisselen.

In vele gevallen bleek een tweede persoon op de achtergrond toezicht te houden op het vlot toelopen van de koeien (wel of niet belast met het stalwerk). De aanwezigheid van deze persoon is niet meegerekend, omdat een goed opdrijfmechanisme deze functie geheel kan overnemen, indien de wachtruimte ten opzichte van de melkstal goed gesitueerd is.

Controle

Het is nodig bij niet-automatische afneemapparatuur vast te stellen op welk moment het melkstel moet worden afgenomen, teneinde blindmelken te voorkomen. Is een koe bij de uitgang van de melkstal nog niet "uit", dan moet de melker wachten, of hij laat deze koe nog een rondje maken. Vooraf is deze situatie niet vast te stellen. Voor de controle moet worden gerekend op 0,10 minuten per koe.

Bij automatische afneemapparatuur kan de controletijd worden beperkt tot toezicht tijdens ander werk, of wel 0,05 minuten per koe.

Wachttijd

De melker zal wachttijd hebben bij enkele situaties, namelijk in het geval dat de koe nog niet "uit" is op het moment dat zij uit de stal moet; soms moet de melker wachten op het doordraaien van de melkstal gedurende één stand. Uitgedrukt in een tijd per koe kan de wachttijd van de melker worden gesteld op 0,05 minuten.

Lopen

De melker moet bij niet-automatische apparatuur voor het afnemen van melkstellen en voor het opheffen van een storing of oponthoud heen en weer lopen. Per koe kan hiervoor 0,10 minuten worden gesteld.

Worden de melkstellen automatisch afgenomen, dan is dit lopen niet meer nodig, behalve voor storing en oponthoud.

Oponthouden en storingen

In iedere melkstal komen storingen en kleine oponthouden voor, bijvoorbeeld doordat een melkstel afvalt of wordt afgetrapt, mest moet worden weggeveegd, de koe van een anti-trapbeugel moet worden voorzien e.d. Vooraf is meestal nooit te voorspellen waar en wanneer deze zich voordoen. Gemiddeld is voor het opheffen en/of voorkomen van storingen en oponthouden per koe 0,10 minuten nodig.

In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de benodigde mantijd in minuten per koe bij enkele typen draaimelkstallen.

Tabel 1 Overzicht van de benodigde mantijd in minuten per koe, bij enkele situaties, bij volledige benutting van het aantal standen.

Handelingen	Niet autom. wisselen Niet autom. afnemen	Niet autom. wisselen Automatisch afnemen	Automatisch wisselen Niet autom. afnemen	Automatisch wisselen Automatisch afnemen
Voorbehandelen	0,25	0,25	0,25	0,25
Aansluiten melkstel	0,20	0,20	0,20	0,20
Afnemen melkstel	0,10	-,--	0,10	-,--
Wisselen koeien	0,20	0,20	-,--	-,--
Controle	0,10	0,05	0,10	0,05
Wachttijd	0,05	0,05	0,05	0,05
Lopen v.v. koe	0,10	-,--	0,10	-,--
Storing/oponthouden	0,10	0,10	0,10	0,10
Mantijd min /koe	1,10	0,85	0,90	0,65
Aantal koeien/u	54	70	67	92

Indien de mantijd per koe met 0,10 minuten kan worden verminderd of moet worden vermeerderd, dan heeft dit direct invloed op de prestatie, zoals blijkt uit onderstaand staatje, in aantal koeien per uur:

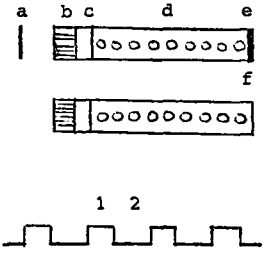
Mantijd 0,10 min méér	50	63	60	80
Mantijd 0,10 min minder	60	80	75	109

3. DE CAPACITEIT EN DE ARBEIDSFILM IN DRAAIMELKSTALLEN

Er volgt thans een schematisch overzicht door middel van een arbeidsfilm van de gang van zaken bij gebruik van een draaimelkstal. De gekozen typen zijn een zes- en een negenstands, met of zonder de mogelijkheid van automatisch verwisselen van de koeien en afnemen van de melkstellen of met één van deze twee mogelijkheden. Een verdergaande automatisering, bijvoorbeeld door automatische registratie-apparatuur van melk- en krachtvoergiften, blijft buiten beschouwing.

De berekende capaciteiten kunnen in een arbeidsfilm worden weergegeven. Aan de bovenzijde van de arbeidsfilm is de doorlopende tijd aangegeven in minuten.

Verklaring: Het standnummer betreft de melkstal; bij visgraatmelkstallen aangevuld met de aanduiding links (L) en rechts (R).



a = verwisselen koe
b = voorbehandelen
c = aansluiten melkstel
d = machinemelktijd
e = afnemen melkstel (handw.)
f = afnemen melkstel (autom.)

1 = draaitijd melkstal
2 = stoptijd melkstal

Schema 1 en 2 Niet automatisch wisselen, niet automatisch afnemen.

Negenstandsdraaimelkstal

Krachtvoer wordt verstrekt tijdens wisselen over één stand.

Stop voor wisselen, voorbehandelen en aansluiten, per keer 0,80 minute

Draaien voor lopen, controle, afnemen, enz. per keer 0,30 minute

Cyclustijd is 9,90 minuten, mantijd 1,10 minuten per koe.

Machinemelktijd is maximaal 9,15 minuten.

De melker heeft alternatieven bij het afnemen van de melkstellen.

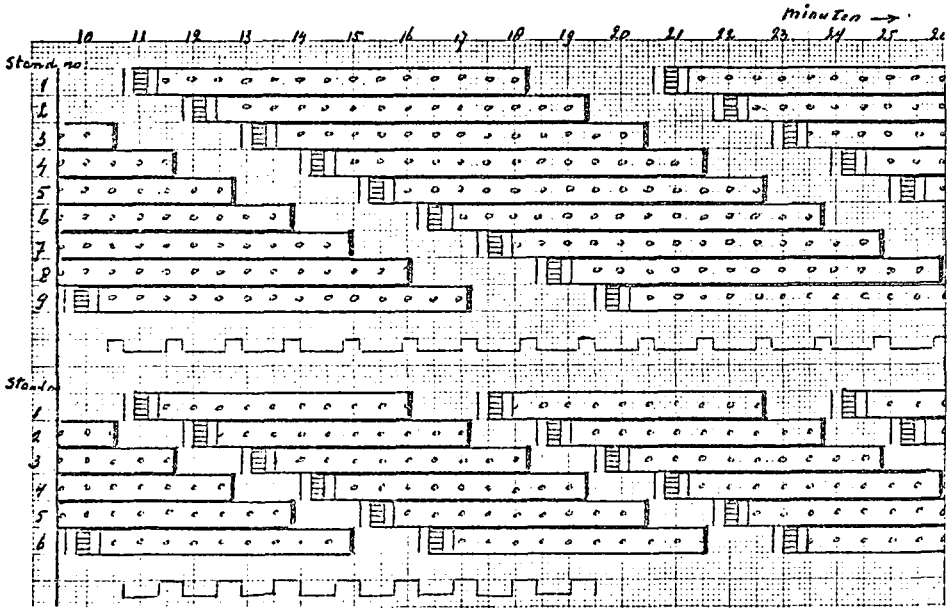
Capaciteit 54 koeien per uur.

Zesstandsdraaimelkstal

Werkwijze evenals bij de negenstandsmelkstal. Doordat er minder standen beschikbaar zijn bedraagt de cyclustijd nu 6,60 minuten.

Machinemelktijd is maximaal 5,85 minuten.

Mantijd en capaciteit zijn onder de gegeven omstandigheden gelijk.



Schema 3 en 4 Niet automatisch wisselen, automatisch afnemen.

Negenstandsdraaimelkstal

Krachtvoer wordt verstrekt tijdens wisselen over één stand.

Stop voor wisselen, voorbehandeling en gedeelte van aansluiten melkstel 0,55 minuten

Draaien voor gedeelte aansluiten, lopen en controle 0,30 minuten

Cyclustijd is 7,65 minuten, mantijd 0,85 minuten per koe.

Machinemelktijd is maximaal 6,35 minuten, het melkstel moet in de voorlaatste melkstandpositie afgenomen zijn.

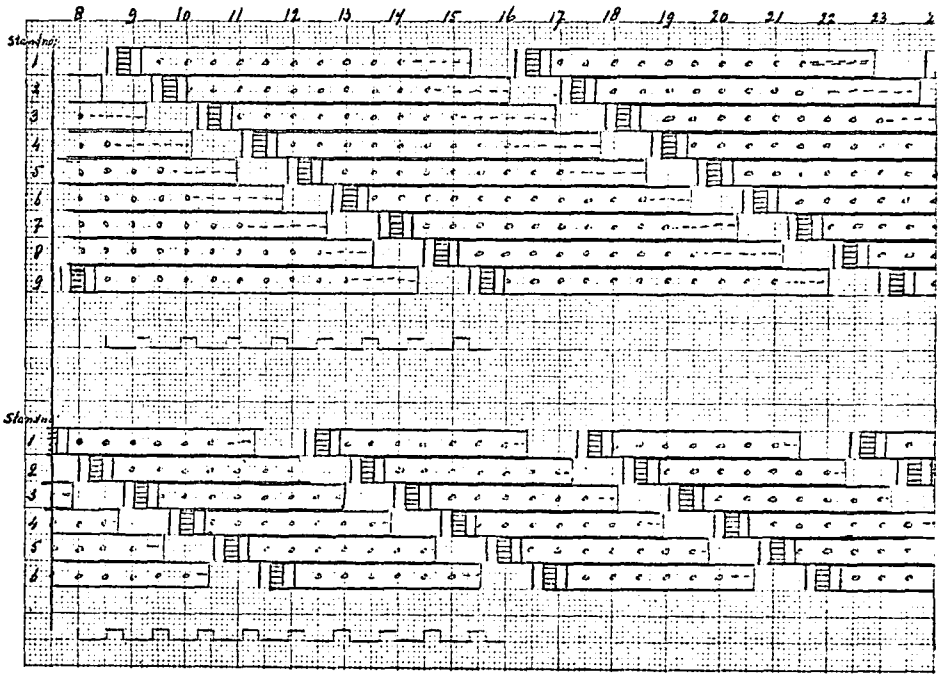
Capaciteit 70 koeien per uur.

Zesstandsdraaimelkstal

Werkwijze evenals de negenstandsmelkstal. Door een geringer aantal standen is de cyclustijd 5,10 minuten.

Maximale machinemelktijd bedraagt 3,80 minuten.

Mantijd en capaciteit zijn in beide melkstallen gelijk.



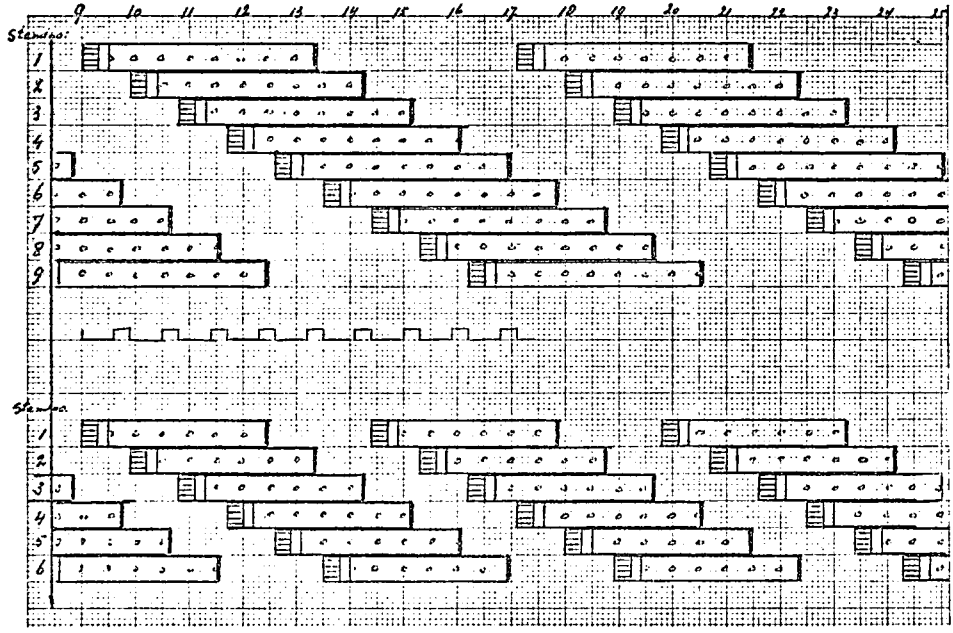
Schema 5 en 6 Automatisch wisselen, niet automatisch afnemen.

Negenstandsdraaimelkstal

Krachtvoer wordt verstrekt vóór de voorbehandeling. Cyclustijd bedraagt 8,10 minuten, mantijd per koe 0,90 minuten. Draaitijd melkstal 0,30 minuten, stoptijd 0,60 minuten per stand. Maximum machinemelktijd 5,85 minuten. Bij automatisch wisselen over twee standen moet het melkstel twee standen vóór de uitlaatstand worden weggenomen. Capaciteit 67 koeien per uur.

Zesstandsdraaimelkstal

Werkwijze is gelijk aan die in de negenstandsdraaimelkstal. Het lagere aantal standen heeft een lagere cyclustijd tot gevolg, nl. 5,40 minuten. Maximum machinemelktijd 2,15 minuten. Mantijd en capaciteit zijn in deze beide melkstallen gelijk.



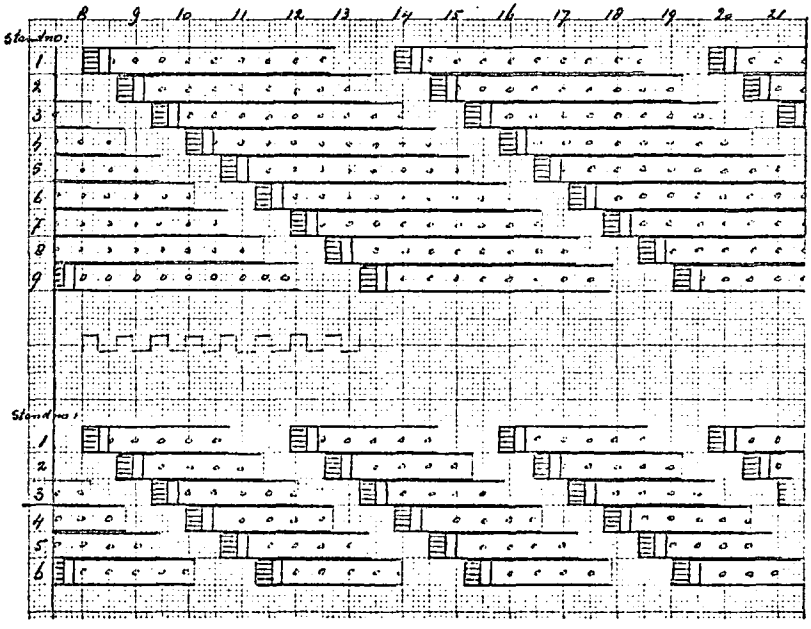
Schema 7 en 8 Automatisch wisselen en automatisch afnemen.

Negenstandsdraaimelkstal

De melker heeft alleen bemoeiing met de voorbehandeling, het aansluiten van de melkstellen en enige controle. De stoptijd bedraagt 0,35 minuten, de draaitijd 0,30 minuten.
Mantijd 0,65 minuten per koe.
Cyclustijd 5,85 minuten.
Maximum machinemelktijd 4,10 minuten.
Het wisselen heeft betrekking op twee standen.
Capaciteit 92 koeien per uur.

Zesstandsdraaimelkstal

Deze stal heeft eenzelfde werkwijze als de negenstands.
Cyclustijd is nu 3,90 minuten, mantijd 0,65 minuten per koe.
Maximum machinemelktijd 2,15 minuten.
Capaciteit 92 koeien per uur.



In bovenstaande arbeidsschema's werd geen wachttijd voor de melker opgenomen. Doet zich een wachttijd voor, bijvoorbeeld als gevolg van een lange machinemelktijd, dan wordt de mantijd per koe verlengd en heeft daardoor een lagere capaciteit tot gevolg.

Bij de zesstandsdraaimelkstal met automatisch wisselen en automatisch afnemen (schema 8) heeft de melker bij een als regel langere machinemelktijd dan 2,15 minuten wachttijd. De capaciteit is daardoor belangrijk lager. Automatisering heeft derhalve in dit type draaimelkstal weinig zin. Bij de grotere typen geeft automatisering een capaciteitsvergroting en tevens een beveiliging ten aanzien van blindmelken.

Tabel 2 Overzicht van de cyclustijden per koe (= 1 omgang van de stal), bij diverse typen draaimelkstallen, in minuten.

Staltype	Niet autom. wisselen Niet autom. afnemen	Niet autom. wisselen Automatisch afnemen	Automatisch wisselen Niet autom. afnemen	Automatisch wisselen Automatisch afnemen
zesstands	6,60	5,10	5,40	3,90
zevenstands	7,70	5,95	6,30	4,55
achtstands	8,80	6,80	7,20	5,20
negenstands	9,90	7,65	8,10	5,85
tienstands	11,00	8,50	9,00	6,50
twaalfstands	13,20	10,20	10,80	7,80
veertienstands	15,40	11,90	12,60	9,10

De niet-geautomatiseerde draaimelkstallen bieden ten aanzien van de prestatie geen grote mogelijkheden, de mantijd laat "slechts" een prestatie toe van ruim 50 koeien per uur, met de huidige opvattingen omtrent een goede melkmethode bij machinaal melken als uitgangspunt.

Geautomatiseerde melkstallen daarentegen bieden meer perspectief. Aangenomen dat een cyclustijd van maximaal 7,00 minuten gerealiseerd moet kunnen worden, dan zal bij een niet-geautomatiseerde melkstal de zes- tot zevenstands voldoende zijn: half geautomatiseerd is de grens een acht- tot negenstands. Automatisering van wisselen en afnemen vereist een melkstal met tien tot elf standen, waarbij een maximum prestatie van ca. 90 koeien per uur gerealiseerd zal kunnen worden.

4. DE CAPACITEIT EN DE ARBEIDSFILM IN VISGRAATMELKSTALLEN

In vergelijking met draaimelkstallen volgt nu een overzicht van de capaciteit in visgraatmelkstallen. In deze vergelijking dient ook een mogelijke automatisering te worden betrokken. Bovendien zal een variatie in machinemelktijden van de koeien binnen de groep gedeeltelijk kunnen worden opgeheven door een extreem lang melkende koe het eerst aan te sluiten en de kortst melkende koe het laatst.

Tabel 3 geeft een overzicht van de handelingtijden per koe, bij gebruik van een visgraatmelkstal.

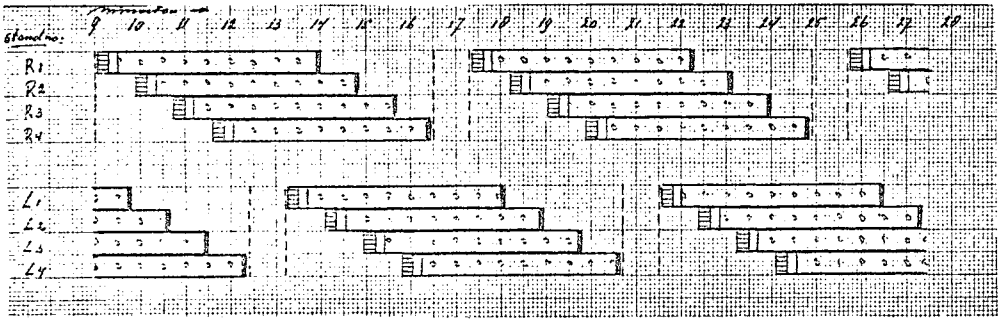
Tabel 3 Overzicht van de benodigde mantijd in minuten per koe, bij enkele typen visgraatmelkstallen.

Handelingen	Niet autom. wisselen Niet autom. afnemen	Niet autom. wisselen Automatisch afnemen
Voorbehandelen	0,25	0,25
Aansluiten melkstel	0,20	0,20
Afnemen melkstel	0,10	-,--
Wisselen koeien	0,20	0,20
Controle	0,10	-,--
Wachttijd	0,05	0,05
Lopen v.v. koe	0,10	0,05
Storing/oponthouden	0,05	0,05
Mantijd min /koe	1,05	0,80
Aantal koeien/uur	57	75

Opgemerkt kan worden dat de melker tijdens het wisselen van de groep ander werk kan doen (bijv. controle, instellen krachtvoerautomaten e.d.). Bovendien is de afstand naar een koe in de groep links of rechts klein. Een storing zal meestal doorwerken in één omgang van de draaimelkstal, terwijl de loopafstand van de melker gedurende deze omgang kan worden vergroot, indien geen automatische afneemapparatuur wordt gebruikt. Het tijdstip van afnemen verandert hierbij van de gehele groep in één omgang. Bij de visgraatmelkstal kan de storing eveneens betrekking hebben op de gehele groep, maar deze groep betreft slechts de halve melkstal.

Schema 9 Niet automatisch afnemen en niet automatisch wisselen.

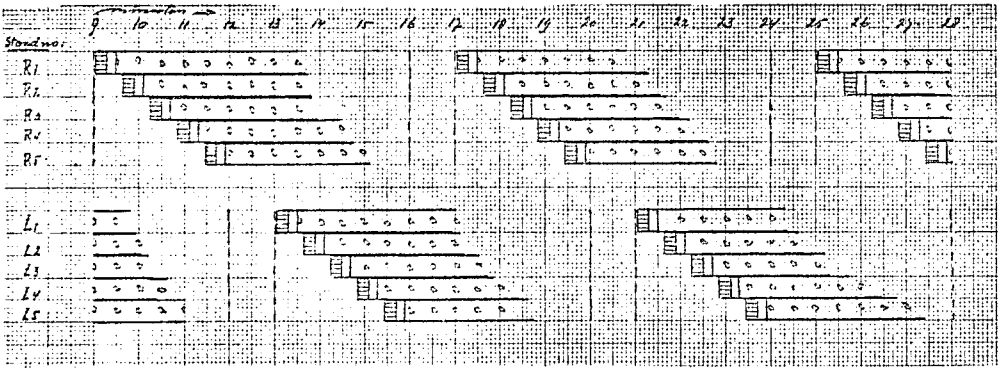
Achtstandsvisgraatmelkstal



De melker kan het geheel zonder automatiek rondzetten. De cyclustijd bedraagt 8,40 minuten, de mantijd is 1,05 minuten; prestatie 57 koeien per uur. De maximum machinemelktijd is 4,40 minuten. Automatisering heeft in dezen een gering effect.

Schema 10 Automatisch afnemen, niet automatisch wisselen.

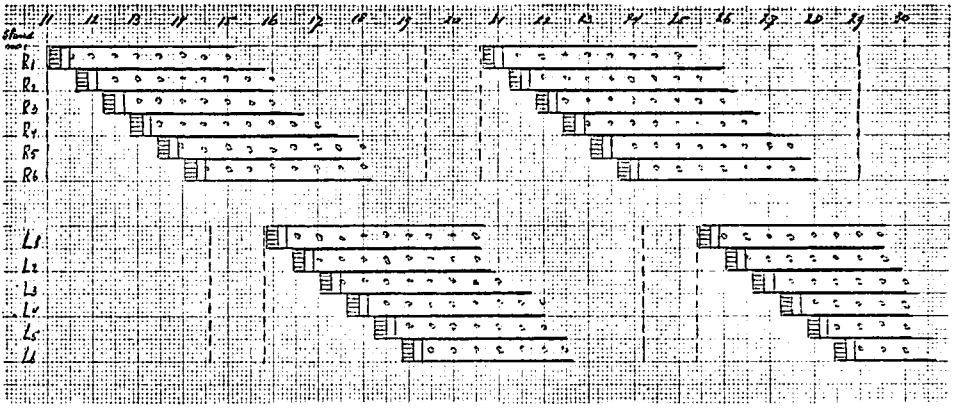
Tienstandsvisgraatmelkstal



De melker heeft vrijwel geen bemoeiing met het tijdstip van afnemen. De cyclustijd bedraagt 8,00 minuten, de mantijd per koe 0,80 minuten; prestatie 75 koeien per uur. De maximum machinemelktijd is 6,30 minuten.

Schema 11 Automatisch afnemen, niet automatisch wisselen.

Twaalfstandsvisgraatmelkstal



De melker heeft vrijwel geen bemoeiing met het tijdstip van afnemen. De cyclustijd bedraagt 9,60 minuten, de mantijd 0,80 minuten per koe; prestatie 75 koeien per uur. De maximum machinemelktijd is 7,80 minuten.

Een maximum machinemelktijd van 4,40 minuten, zoals die uit schema 7 naar voren komt, moet als te kort worden beschouwd, hetgeen betekent dat de melker wachttijd heeft, indien een koe een langere tijd nodig heeft, bijvoorbeeld 6,00 minuten. Deze wachttijd is dan 1,60 minuten, waardoor de cyclustijd wordt verlengd tot 10,00 minuten. In dit geval is de mantijd per koe 1,25 minuten geworden, overeenkomend met een capaciteit van 48 koeien per uur.

Bij een tien- en twaalfstandsvisgraatmelkstal kan de melker zonder automatische afneemapparatuur het werk niet op de juiste wijze rondzetten. De melkstellen blijven te lang aangesloten.

Tabel 4 Overzicht van de cyclustijd per groep in visgraatmelkstallen.

Staltype	Niet autom. wisselen Niet autom. afnemen	Niet autom. wisselen Automatisch afnemen
achtstands	8,40	6,40
tienstands	10,50	8,00
twaalfstands	12,60	9,60
zestienstands	17,00	12,80

In de visgraatmelkstal kan tot op heden het verwisselen nog niet worden geautomatiseerd. Indien de melker de mogelijkheden in de visgraatmelkstal weet uit te buiten, kan hij in deze stal een hoge capaciteit realiseren. Niet alleen door de volgorde van aansluiten naar machinemelktijd (bij extreem lange tijden), ook een optredende wachttijd bij één koe heeft betrekking op de groep per zijde, waardoor deze tijd per koe kleiner wordt. Het groepswisselen kan daardoor een voordeel betekenen boven individueel wisselen.

5. DE CAPACITEIT OP BASIS VAN DE KRACHTVOEROPNAME

Alvorens in te gaan op de capaciteitsbeperking, die kan optreden indien de krachtvoergift in de melkstal wordt verstrekt, zullen enkele aspecten die hiermee verband houden nader worden bekeken.

Plaats van krachtvoerverstrekking

Op de meeste bedrijven met ligboxenstallen verstrekt men al het krachtvoer in de melkstal. Vooral in perioden waarin veel krachtvoer moet worden opgenomen (begin lactatie, hoge produktie) wordt de melktijd veelal overtroffen door de tijd voor krachtvoeropname. Dit heeft een beperking van de arbeidsprestatie in de melkstal tot gevolg. Uiteraard speelt dit probleem op bedrijven van bijv. een "afkalftop" in de maanden februari, maart en april het sterkst tijdens een beperkt gedeelte van het jaar. De eettijden van de koeien kunnen worden teruggebracht door een gedeelte van het krachtvoer aan het eethek te verstrekken. Ook het houden van de dieren in produktiegroepen schept de mogelijkheid het basisrantsoen aan het eethek te verhogen of een langere verblijfsduur in de melkstal voor krachtvoeropname tot een gedeelte van de veestapel te beperken. Toch blijkt op de meeste bedrijven de voorkeur te worden gegeven aan uitsluitend krachtvoer verstrekken in de doorloopmelkstal en wel om redenen van arbeidstechnische aard.

De verblijfstijd bij eenzelfde capaciteit kan worden verlengd door het aantal standen van de melkstal uit te breiden. Een grotere melkstal brengt echter extra investeringen met zich mee. Men kan zich de vraag stellen of deze extra kosten opwegen tegen de voordelen, die aan een grotere melkstal zijn verbonden en of een lagere arbeidsprestatie tijdens een beperkt gedeelte van het jaar niet moet worden geaccepteerd.

Ongeacht de verblijfsduur in de melkstal zal de maximale hoeveelheid in één keer te verstrekken krachtvoer niet hoger kunnen zijn dan ± 5 kg. De zeer hoog produktieve dieren zullen dan toch elders moeten worden bijgevoerd.

Opnamesnelheid

De opnamesnelheid van het krachtvoer is afhankelijk van verschillende factoren. Zo vond Van Putten (Veeteelt-en Zuivelberichten 12/1969/9) in een onderzoek naar de invloed van de vorm waarin het krachtvoer werd verstrekt op de opnamesnelheid, de volgende waarden:

Tabel 5 Opnamesnelheid bij ≥ 3 kg krachtvoer.

Vorm	Gram/koe/min in grammen produkt	Aantal dieren	Aantal dieren < 400 g/min	% dieren > 400 g/min
brok Ø 15 mm	393	21	12	42,9
brok Ø 8 mm	426	8	4	50
korrel Ø 5 mm	546	47	0	100
koek	574	27	2	92,6
brij [1]	788	27	0	100

[1] Verhouding meel: water = 1 : 2.

De in tabel 5 aangegeven opnamesnelheden hebben betrekking op koeien waarvan het krachtvoerrantsoen ≥ 3,0 kg per keer bedroeg. Het verstrekken van krachtvoer in de vorm van korrel Ø 5 mm geeft de beste resultaten, althans indien we brij en koek wegens het ontbreken van geschikte doseringsapparatuur buiten beschouwing laten. Het onderzoek is uitgevoerd met brok en korrel zonder vermenging met meel. Gebleken is dat brok vermengd met meel aanzienlijk minder snel wordt opgenomen.

Ook het tijdstip waarop andere voedermiddelen worden verstrekt is van invloed op de opnamesnelheid. In het algemeen zal men het verstrekken van ruwvoer (vooral droog ruwvoer) vlak voor de krachtvoergift moeten vermijden.

Voor het bepalen van de verblijfsduur in de melkstal voor krachtvoeropname zal onder optimale omstandigheden rekening moeten worden gehouden met een opnamesnelheid van ± 500 gram/min.

Hoeveelheid krachtvoer

Op bedrijven met een goede ruwvoervoorziening zal het ruwvoer volgens de daarvoor geldende normen voldoende zijn voor ± 7,5 kg melk/dag. Voor de resterende kg melk zal krachtvoer verstrekt moeten worden. Meestal verstrekt men per kg melk,boven hetgeen waarin het basisrantsoen voorziet, 0,4 kg krachtvoer. Een koe met een melkproduktie van 30 kg ontvangt dan (30 - 7,5) x 0,4 = 9,0 kg krachtvoer per dag. Per melkbeurt moet dus 4,5 kg worden opgenomen. Uitgaande van een eetsnelheid van 500 g/min zal de verblijfstijd in de melkstal tenminste 9 minuten moeten bedragen. In een veestapel met goede produktie-eigenschappen, waar dagprodukties van 30 kg en meer geen uitzondering vormen, moet bij uitsluitend verstrekken van krachtvoer in de melkstal rekening worden gehouden met de eettijden van ca. 10 minuten.

Invloed op de capaciteit in draaimelkstallen

Op basis van de tijd nodig, voor de opname van het krachtvoer kunnen we de capaciteit in koeien per uur berekenen voor een draaimelkstal met een x aantal standen. Bij deze berekening is uitgegaan van een melkstal met het wisselsysteem b (hoofdstuk 2).

De formule luidt: $C = \frac{(A - 1) . 60}{t_{ko}}$

waarin:

C = capaciteit

A = aantal standen

t_{ko} = tijd voor krachtvoeropname.

Tabel 6 Capaciteit in koeien/u in een draaimelkstal op basis van tijd voor krachtvoeropname.

	Capaciteit bij een eettijd van:		
Aantal standen	8 min	9 min	10 min
6	38	33	30
9	60	53	48
12	85	73	66
14	98	87	78
16	113	100	90

Invloed op de capaciteit in visgraatmelkstallen

Ook voor de visgraatmelkstallen kan op basis van de tijd voor krachtvoeropname de capaciteit in koeien per uur worden berekend,bij een netto-eettijd van 8, 9 en 10 minuten. Hierbij is uitgegaan van de volgende aannamen:

a tijd voor verwisselen van de koeien 0,2 min/koe;

b tijd voor krachtvoertoediening 0,1 min/koe.

De formule luidt dan: $C = \frac{\frac{1}{2} A.60}{t_{ko} + \frac{1}{2} A (t_w + t_{kt})} \times 2$

waarin:

C = capaciteit (koeien/uur)

A = aantal standen

t_{ko} = tijd voor krachtvoeropname

t_w = tijd voor verwisselen van de koeien

t_{kt} = tijd voor krachtvoertoediening.

Tabel 7 Capaciteit van de visgraatdoorloopmelkstal op basis van de tijd voor krachtvoeropname.

	Capaciteit bij een eettijd van:		
Aantal standen	8 min	9 min	10 min
8	52	47	43
10	63	57	52
12	73	67	61
14	83	76	70
16	93	84	77

Indien de opname van al het krachtvoer ook voor hoogproduktieve dieren in de melkstal moet worden gerealiseerd, blijkt dat de capaciteit bij bijna alle typen melkstallen t.o.v. de capaciteit op basis van mantijd en koetijd aanzienlijk terugloopt.

We zien dat acht- en tienstandsvisgraatdoorloopmelkstallen wat meer mogelijkheden bieden ten aanzien van de opname van het krachtvoer dan de zes- tot negenstandsdraaimelkstallen. De capaciteit op basis van krachtvoeropname ligt in visgraatmelkstallen iets dichter bij de op basis van mantijd en koetijd berekende capaciteiten.

ENKELE CAPACITEITSBEREKENINGEN VOOR VISGRAAT- EN DRAAIMELKSTALLEN

BIJLAGE 1

Teneinde de invloed van de technische ontwikkelingen op de capaciteit bij het machinaal melken op een snelle wijze te kunnen berekenen, zijn een aantal technieken ontwikkeld waarvan in het hiernavolgende gebruik wordt gemaakt.

Voor de berekeningen van de capaciteit zijn van belang:

- de mantijd/koe
- de koetijd.

De mantijd wordt bepaald door het aantal handelingen, die de melker moet uitvoeren maal de benodigde tijden hiervoor.

De koetijd geeft aan de verblijfsduur van de koe in de melkstal, inclusief de tijd voor wisselen. Dit wisselen kan zijn:

- groepsgewijs (visgraatmelkstal);
- individueel (draaimelkstal).

Belangrijke onderdelen, die bepalend zijn voor de verblijfsduur van de koeien in de melkstal zijn:

- de benodigde machinemelktijd;
- de benodigde tijd voor het opnemen van het krachtvoer.

Met behulp van de mantijd en de koetijd kan de optimale capaciteit en het optimaal aantal standen in visgraat- en draaimelkstallen worden berekend.

DE VISGRAATMELKSTAL

De berekeningen worden uitgevoerd bij het niet en het wel automatisch afnemen van melkstellen, waarbij de volgende uitgangspunten zijn gekozen, inclusief de benodigde tijden voor controle en lopen van de melker.

a. mantijd		in min/koe
- t_w	= tijd voor wisselen	0,20
- t_{kt}	= tijd voor krachtvoer toedienen	0,10
- t_{va}	= tijd voor voorbehandeling en aansluiten	0,50
- t_{an}	= tijd voor afnemen: met de hand	0,20
	automatisch	0,00

- t_{pw} = wachttijd voor de melker
- A = aantal melkstellen/standen

b. koetijd

		in min/koe
- t_w	= tijd voor wisselen	0,20
- t_{kt}	= tijd voor krachtvoer toedienen	0,10
- t_{va}	= tijd voor voorbehandelen en aansluiten	0,50
- t_{an}	= afnemen melkstellen: met de hand	0,10
	automatisch	0,05
- mmt	= machinemelktijd	6,00
- t_{pw}	= wachttijd voor de koe	
- A	= aantal melkstellen/standen	

Indien in de hiernavolgende berekening t_{pw} = positief, dit is een wachttijd voor de melker. Is het negatief, dan is het een wachttijd voor de koe (blindmelken).

A. De capaciteit op basis van de mantijd

De capaciteit, die nu zou zijn te behalen op basis van de mantijd, is eenvoudig te berekenen uit:

$$\frac{60}{t_w + t_{kt} + t_{va} + t_{an}} = \frac{60}{1,00} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ 60 koeien/u}$$

$$\text{of} \quad \frac{60}{0,80} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{ 75 koeien/u (automatisch afnemen)}$$

Het geeft echter geen inzicht of de melker volledig bezet is bij een bepaald aantal melkstanden en melkstellen, dan wel dat er wachttijden voor de melker ontstaan, waardoor de capaciteit op grond van de mantijd + manwachttijd lager wordt. Ook kan hieruit niet worden afgeleid of er eventueel wachttijden voor de koe of wel blindmelktijden ontstaan.

Een algemene formule waarmee zowel de capaciteit op basis van de mantijd alsmede de capaciteit op basis van de koetijd is te berekenen (basis machinemelktijd) is als volgt voor te stellen:

$$mmt = \frac{\frac{A-2}{2}\,(t_{kt} + t_{va} + t_{an}) + A(t_{kt} + t_{va} + t_{an} + t_w)}{2} + t_{pw}$$

A is het aantal standen met per stand één melkstel.

Hierbij wordt uitgegaan van de IVO melkmethode, dwz. dat na de groepswisseling elke koe individueel in behandeling wordt genomen, waarbij achtereenvolgens worden uitgevoerd: krachtvoer verstrekken, voorbehandelen en aansluiten.

Door t_{pw} op nul te stellen is te berekenen hoe hoog de machinemelktijd wordt binnen het raam van de handelingen die de melker achtereenvolgens moet uitvoeren. De uitkomst geeft de gemiddelde machinemelktijd aan van de groep koeien aan weerszijden van de melkersput.

Als gevolg van de werkorganisatie krijgt de eerst aangesloten koe de langste machinemelktijd (zie fig. 1) en de laatst aangesloten koe de kortste machinemelktijd, doordat de volgende koe telkens een tijd gelijk aan de tijd voor krachtvoer verstrekken, voorbehandelen en aansluiten voor één koe, later wordt aangesloten. Dit zelfde geldt t.a.v. het afnemen, daar telkens bij één koe tegelijk een melkstel wordt afgenomen, voorafgaande door een controle. Het in behandeling nemen van de koeien behoeft niet in volgorde van binnenkomst te zijn, maar kan selectief zijn op basis van de benodigde machinemelktijd. De langst melkende koeien kunnen het eerst worden aangesloten en eventueel het laatst worden afgehaald. Het onderkennen van de koeien met extreme machinemelktijden is gewenst.

Door de gemiddelde machinemelktijd als een gegeven te beschouwen is te berekenen of er wachttijden voor de melker, dan wel blindmelktijden voor de koeien ontstaan en kan de capaciteit en het optimaal aantal standen worden berekend.

In het onderstaande gaan we uit van een gemiddelde machinemelktijd van 6 minuten en een achtstandsvisgraatmelkstal. Met behulp van de overige gekozen uitgangspunten (handelingstijden) komt de berekening er als volgt uit te zien:

$$6 = \frac{\frac{8-2}{2}\,(0{,}1 + 0{,}50 + 0{,}2) + 8\,(0{,}1 + 0{,}50 + 0{,}2 + 0{,}2)}{2} + t_{pw}$$

Hieruit volgt dan $t_{pw} = +\,0{,}8$ en derhalve een wachttijd voor de melker van 0,8 min/8 koeien.

B. De capaciteit op basis van de koetijd

In het voorgaande is betoogd dat de capaciteit op basis van de manhandelingstijden 63 koeien per uur zou kunnen zijn. Daar er een wachttijd ontstaat voor de melker houdt dit in dat de koetijd de beperkende factor wordt. De capaciteit op basis hiervan wordt nu:

$$\frac{8 \times 60}{8(1,00) + 0,8} = 54 \text{ koeien/u.}$$

Evenzo kunnen we de berekeningen uitvoeren voor een variabel aantal standen en bij automatisch afnemen, waarbij òf de mantijd òf de koetijd bepalend is voor de capaciteit die één melker kan halen. Tevens wordt hiermede het optimaal aantal standen bepaald. De resultaten van deze berekeningen zijn gegeven in tabel 1.

Tabel 1 Optimale capaciteit in koeien/u in visgraatmelkstallen bij de IVO melkmethode.

Melkstal	Aantal standen					
	6	8	10	12	14	16
visgraat	44	54	60	60	60	60
visgraat (aut. afn.)	46	58	68	75	75	75

Uit tabel 1 blijkt dat bij de gestelde uitgangspunten bij niet automatisch afnemen van de melkstellen de optimale capaciteit ligt op ruim 60 koeien per uur bij een tienstandsvisgraatmelkstal. Bij het automatisch afnemen van de melkstellen verschuift dit optimum naar 70 koeien per uur waarvoor dan twaalf melkstellen nodig zijn.

Hierbij moet worden opgemerkt dat, wanneer de handelingstijden lager liggen dan de gestelde uitgangspunten, dit optimum verschuift naar bijvoorbeeld 14 of 16 standen, met dan een hogere capaciteit in aantal koeien per uur. De vlotheid bij het wisselen van de koeien, de reinheid van de uiers, alsmede de vakbekwaamheid (geroutineerdheid) van de melker spelen hierbij een belangrijke rol.

Voorts dient te worden opgemerkt dat het optimaal aantal standen afhankelijk is van de machinemelktijden; bij kortere machinemelktijden minder standen, bij langere machinemelktijden meer standen. Het praktisch optimum zal daardoor bij automatisch afnemen van melkstellen liggen tussen

de 12 en 16 standen. Indien echter wordt gemolken met bijvoorbeeld 16 melkstellen, de koeien in groepen van acht worden gewisseld en de IVO melkmethode wordt toegepast, zal de achtste koe aanzienlijk minder tijd hebben om krachtvoer op te nemen dan de eerste in behandeling genomen koe, nl. een verschil van 8-1 (t_{kt} + t_{va}); volgens de uitgangspunten 7(0,1 + 0,50) = 4,2 minuut. Dit komt overeen met een verschil in krachtvoeropname van 1,5 tot 2 kg per keer melken.

Andere werkorganisaties dan volgens IVO methode

Mede ter bevordering van de rust in de melkstal zal men, bij de grotere melkstallen, al vrij spoedig geneigd zijn alle dieren van de wisselgroep bij het in de stal komen krachtvoer te verstrekken. Bovendien wordt het bij grotere veestapels, met niet steeds dezelfde melker, moeilijker de koeien te herkennen en op machinemelktijd te selecteren. Dit heeft tot gevolg dat de koeien dan in een vaste volgorde in behandeling worden genomen. De koeien met de langste machinemelktijd zullen dan meer de verblijfsduur van de groep in de melkstal gaan bepalen. Ook dit leidt tot de behoefte aan meer melkstellen. Het optimum komt ook dan te liggen op ca. 16 standen bij het automatisch afnemen. Bij niet automatisch afnemen van de melkstellen ontstaat het gevaar van te lang blindmelken bij koeien met een korte machinemelktijd.

Een voorbeeld van deze organisatie is gegeven voor een achtstandsvisgraatmelkstal (fig. 2).

DRAAIMELKSTAL

Hiervan komen thans verschillende typen aan de markt betreffende:

- het aantal standen;
- de opstelling van de standen (tandem of schuine opstelling);
- de wijze van wisselen van de koeien;
  - a automatisch,
  - b halfautomatisch (elektrische bediening van het hekwerk),
  - c mechanisch (in handkracht bedienen van het hekwerk);
- het aantal standen waarover wordt gewisseld.

Het laatste bepaalt het aantal benutbare standen van de melkstal tijdens het melken.

Overigens hebben alle draaimelkstallen gemeen dat, in tegenstelling tot de visgraatmelkstal, de koeien individueel worden gewisseld. Dit heeft tot gevolg dat de koeien in volgorde van binnenkomst in behandeling worden genomen, ongeacht hun benodigde machinemelktijd of krachtvoerbehoefte. De wijze van wisselen heeft invloed op de mantijd per koe, terwijl de benuttingsgraad van invloed kan zijn op de koetijd. Beide kunnen derhalve van invloed zijn op de te behalen capaciteit.

In het hiernavolgende zullen dezelfde handelingstijden per koe worden aangehouden als bij de visgraatmelkstallen, met dit verschil dat bij de draaimelkstal de wisseltijd niet van te voren exact is aan te geven maar een integrerend onderdeel vormt van de totale benodigde cyclustijd van de koeien, waarvan de benodigde machinemelktijd of eventueel de benodigde tijd voor krachtvoeropname mede bepalend is.

Voorts wordt uitgegaan van draaimelkstallen, waarbij de koeien automatisch worden gewisseld over 1,5 stand, waarna een stop wordt ingevoerd voor het krachtvoertoedienen, het voorbehandelen en het aansluiten.

De capaciteit op basis van de mantijd is eenvoudig te berekenen uit

$$\frac{60}{\text{mantijd in minuten/koe}}$$ en geeft de capaciteit aan in koeien/man/u.

Voor het bepalen van de optimale capaciteit bij een gegeven aantal standen moeten we de berekening ook uitvoeren op basis van de koetijd, die mede bepaald wordt door de benodigde machinemelktijd.

De capaciteit op basis van de koetijd is voor te stellen als:

$$\text{Cap.} \quad \frac{A \times 60}{t_w + A(t_{kt} + t_{va}) + ((\text{mmt} + t_{an} - (A-x)(t_{kt} + t_{va}))}$$

Indien $\text{mmt} + t_{an} - (A-x)(t_{kt} + t_{va}) = \leqslant 0$ moet hiervoor de waarde 0 worden ingevuld.

t_w wordt berekend uit $t_w : t_{kt} + t_{va} + \text{mmt} + t_{an} = 1 : A-x$, waarin x = aantal standen waarover wordt gewisseld.

Een nadere uitwerking hiervan bij een achtstandsdraaimelkstal en een machinemelktijd van 6 min/koe geeft dat: $\text{mmt} + t_{an} - (A-x)\ t_{kt} + t_{va} = 2{,}3$

en $t_w = 1{,}00$

waardoor de uitkomst wordt:

$$\text{Capaciteit} = \frac{8 \times 60}{1{,}00 + 8(0{,}6) + 2{,}3} = 59 \text{ koeien per uur.}$$

De optimale capaciteit in aantal koeien/u in draaimelkstallen, berekend uit de mantijd en de benodigde koetijd, wordt dan als volgt:

Tabel 2 Optimale capaciteit in koeien/u in draaimelkstallen met een variabel aantal standen.

Melkstal	Aantal standen						
	6	8	9	10	12	14	16
draaimelkstal	46	59	67	75	75	75	75
draaimelkstal (aut.afn)	46	59	67	78	92	94	96

Uit tabel 2 blijkt nu, dat bij de gestelde uitgangspunten, het optimaal aantal standen ligt op 10 met een capaciteit van circa 75 koeien per uur bij niet automatisch afnemen en op minstens twaalf standen met een capaciteit van 90 - 100 koeien per uur bij wel automatisch afnemen.

Wanneer de mantijd per koe lager zou worden dan in de uitgangspunten is gesteld, dan zou de capaciteit stijgen als minstens tien standen beschikbaar zijn bij niet automatisch afhalen en meer dan twaalf standen bij het automatisch afhalen van de melkstellen. Daalt daarentegen de koetijd, kortere benodigde machinemelktijd, dan kan met minder standen worden volstaan bij gelijkblijvende capaciteit.

Rekening houdend met verschillen in machinemelktijd en mede als gevolg daarvan de kans op te grote blindmelktijden bij het niet automatisch afhalen van melkstellen, zal het aantal standen moeten liggen tussen de acht à tien. Bij wel automatisch afnemen is een groter aantal standen gewenst, wanneer wordt gestreefd naar een grote capaciteit.

Hierbij dient wel te worden bedacht dat bij de grotere draaimelkstallen, meer dan tien standen, het wisselen van de koeien veelal zal moeten plaatsvinden over meer dan 1,5 standen, bijvoorbeeld twee of drie en dat daardoor terwille van een gelijkblijvende capaciteit een half tot twee standen meer nodig zijn.

Voor een optimale capaciteit zijn dan circa 15 standen nodig.

Vergelijking visgraatmelkstal met draaimelkstal

Uit de tabellen 1 en 2 is nu de volgende vergelijking op te zetten, gegeven in tabel 3:

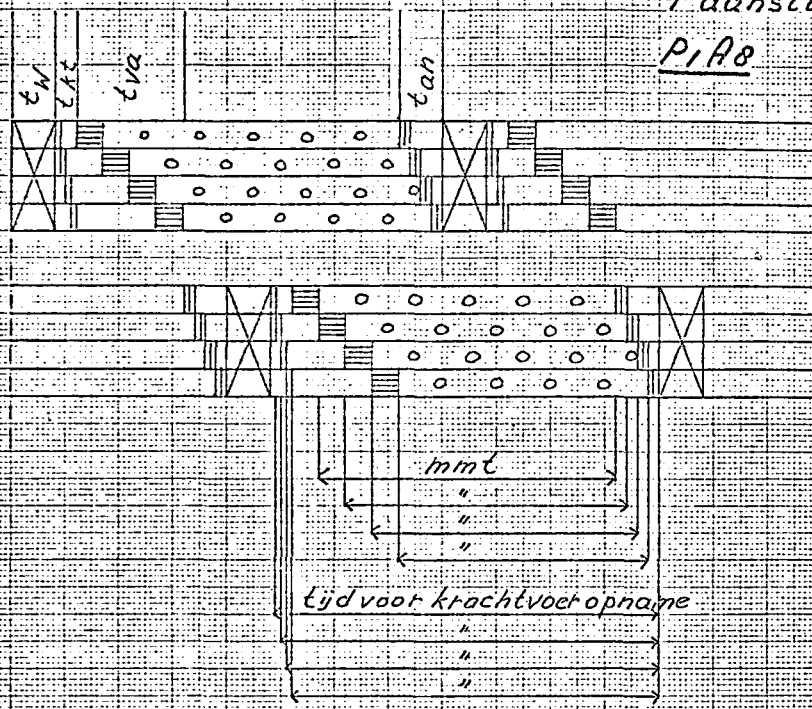
Tabel 3

Type melkstal	Optimale capaciteit	Optimaal aantal standen	
visgraat	60/koe/u (50 - 60)	10	(8 - 10)
visgraat (aut.afn.)	75/koe/u (65 - 85)	12	(12 - 16)
draaimelkstal	70/koe/u (60 - 80)	10	(8 - 10)
draaimelkstal(aut.afn.)	90/koe/u (80 -100)	12	(12 - 16)

De tussen haakjes geplaatste cijfers hebben betrekking op de capaciteit en het aantal standen, zoals praktisch mag worden verwacht op basis van het verschil in machinemelktijden, handelingstijden per koe en het te benutten aantal standen van de melkstal.

Fig. 2 eerst krachtvoer vervolgens voorbehandelen + aansluiten

P, A8

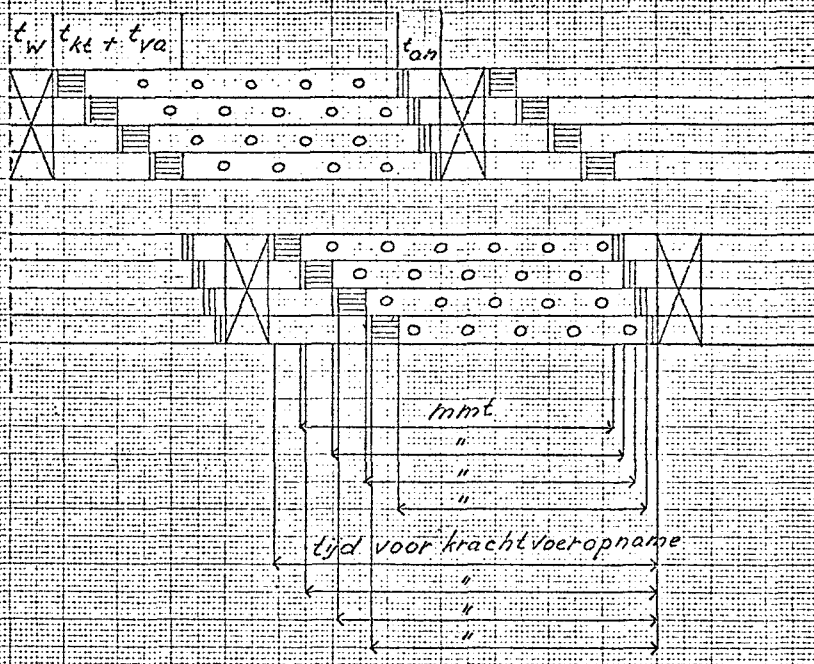


$$\text{mmt} = \frac{\frac{P-2}{b}(t_{va}+t_{an}) + A(t_{kt}+t_{va}+t_{an}+t_w)}{2} + t_{pw}$$

$$\text{Capaciteit} = \frac{A \times 60}{A(t_w+t_{kt}+t_{va}+t_{an}) + t_{pw}^{*}}$$

* Als $t_{pw} = \leq 0$ moet deze op nul worden gesteld

Fig. 1 I.V.O. melkmethode. P, A8



$$mmt = \frac{\frac{A-2}{2}(t_{kt} + t_{va} + t_{an}) + A(t_{kt} + t_{va} + t_{an} + t_w)}{2} + t_{pw}$$

$$\text{Capaciteit} = \frac{A \times 60}{A(t_w + t_{kt} + t_{va} + t_{an}) + t_{pw}}\ ^{*}$$

* Als $t_{pw} = \leq 0$ moet deze op nul worden gesteld

MANSHOLTLAAN 12 - WAGENINGEN - TELEFOON 08370-19119