

LANDBRUKSTEKNISK INSTITUTT

1432 Ås-NLH, Norge

Stensiltrykk

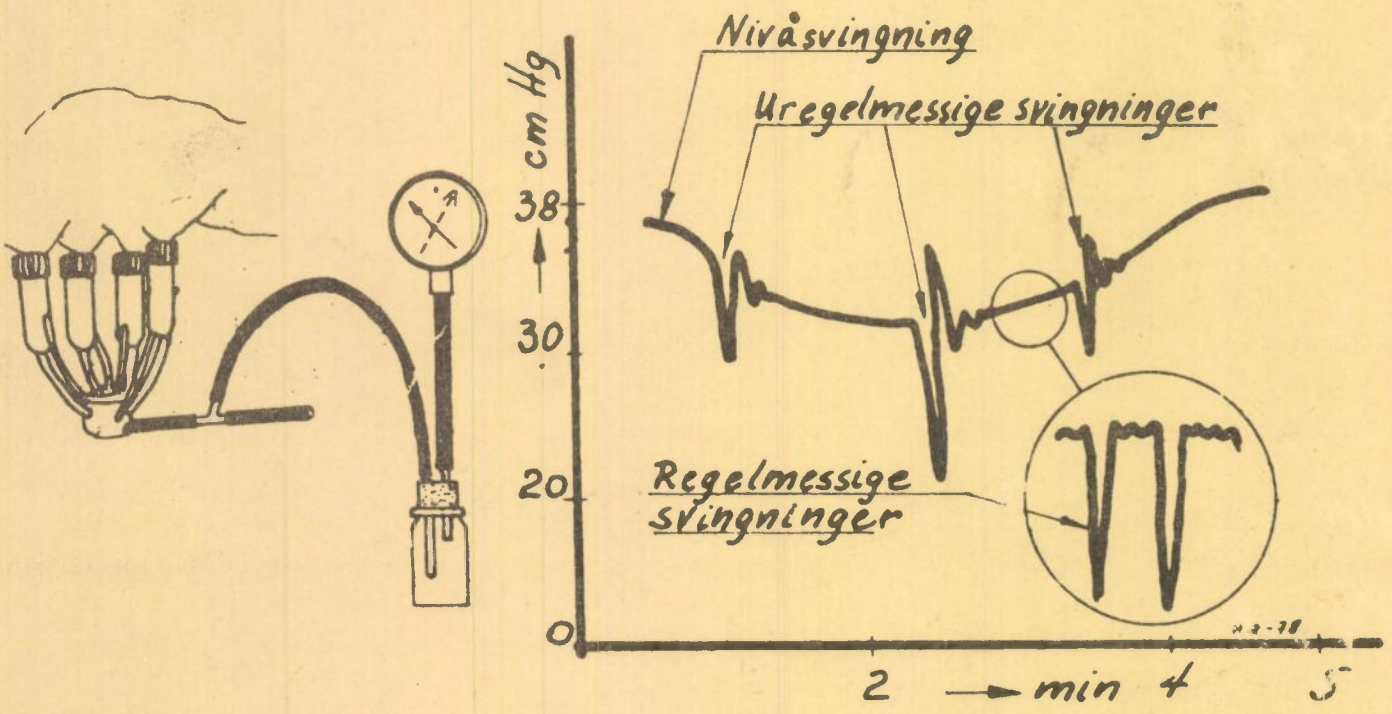
L.nr. 36/80

Serie C

Nr. 121

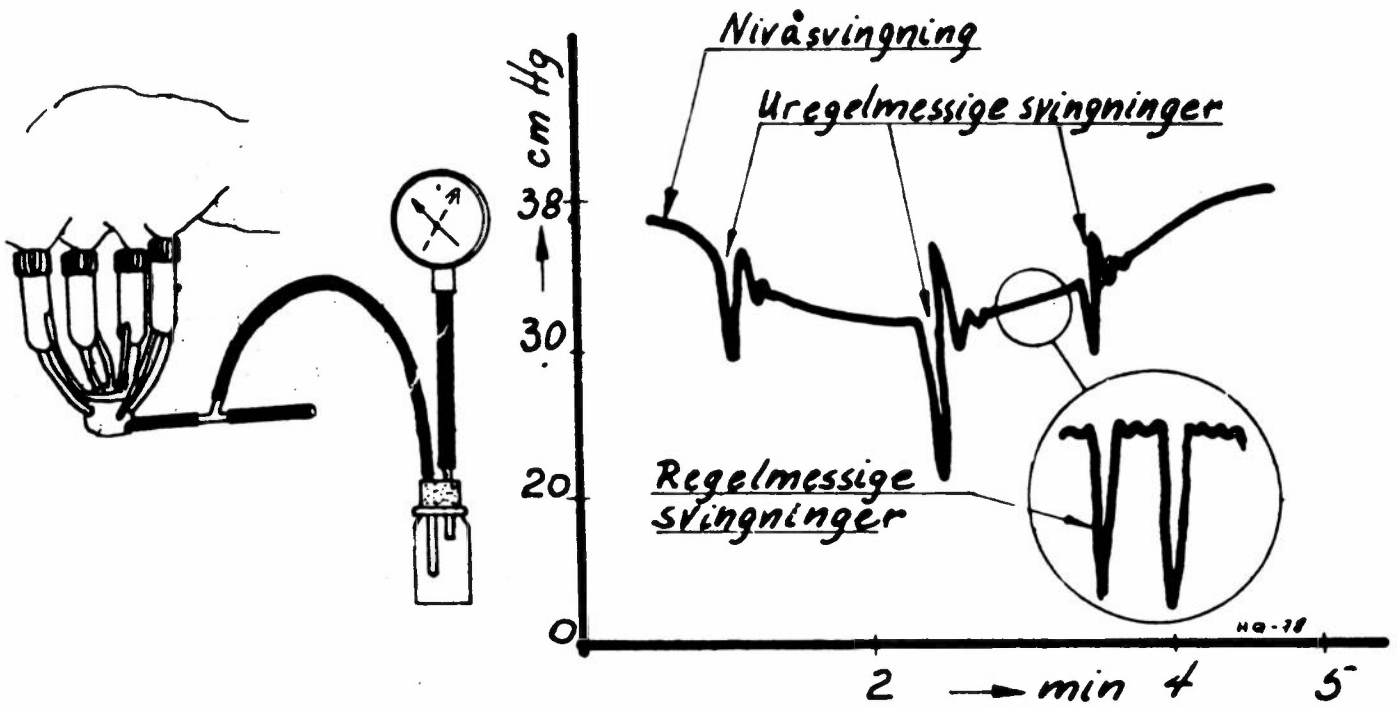
TEKNISKE FORHOLD VED MASKINMELKING

ved Herman Qvam, IML, NLH



TEKNISKE FORHOLD VED MASKINMELKING

ved Herman Qvam, IML, NLH



	Innholdsfortegnelse	Side
1.	Innledning	4
2.	Teknisk grunnlag	4
2.1	Trykk og vakuum	4
2.1.1	Trykk i en gass	4
2.1.2	Atmosfæretrykk	5
2.1.3	Vakuum og luft i normaltilstand	5
2.1.4	Trykk i væske	6
2.1.5	Laminær og turbulent strømning	7
3.	Trykkforholdene omkring kuas spene	7
3.1	Kalvens sug	7
3.2	Håndmelking	7
3.3	Maskinmelking	8
3.4	Vakuumsvingninger	9
4.	Transport av luft	10
4.1	Strømningsforhold og friksjonstap	11
4.2	Montering av vakuumledningen	13
5.	Transport av melk	14
5.1	Luft-melk - forholdet	14
5.2	Løfting av melk	14
5.3	Transport i melkeledningen	15
5.4	Transportkapasitet på melka	15
5.5	Melkeledningens montering og transportkapasitet	16
5.5.1	Enkeltløp	16
5.5.2	Rundløp med fast bøyle (H-fordeler)	17
5.5.3	Rundløp uten bøyle	17
5.5.4	Rundløp med nedføring i gulv	18
5.5.5	Rundløp med nedfellbar bøyle	18
5.5.6	Lav montering	19
5.6	Transport av melk uten luftinnblanding	20
6.	Melkeanlegg i melkestaller	21
6.1	Melkestalltyper	22
6.2	Montering av melkeledning og melkeorgan	23
6.3	Melkegravas utforming og utstyr	26
6.4	Oppsamlingsplass og gjennomgang	27
7.	Forbindelsen til melkerom	27
7.1	Montering	27
7.2	Høydeforhold	27
8.	Vakuumentilen	31
8.2	Funksjon	32
8.3	Montering	33
9.	Pulseringssystem	35
9.1	Pulsator typer	
9.2	Pulsagram	
10.	Symboler	41

Litteratur

1. Alfa Laval. Driftsbygninger for melkeproduksjon  
Norsk Aktieselskap Alfa Laval, 1973.
2. Alfa Laval. Kongress. "Problematik des maschinellen Milchentzuges".  
Berlin 1966.
3. Klastrup, N.O. God mælk, sunde køer. Mejeriteknisk Bogforlag,  
Danmark 1967.
4. NJF-seminar. Malking og håndtering av mælk. Nyborg, Danmark 1974.
5. Thiel and Dodd. Machine Milking, National Institute for Research  
in Dairying, Shinfield, Reading 1977.
6. Statens Redskabsprøver, Danmark. Meddelelse nr. 1000. Undersøgelse  
vedrørende rørmalkeanlæg. 1970.
7. Wengen, Jan. Melkestaller. Foredrag ved NLH 1976.
8. Nordiske retningslinjer for melkemaskinanlegg. Forslag til revidert  
utgave. 1977.
9. Symposium on machine milking 1968. The National Institute for Research  
in Dairying, Shinfield, Reading, England.

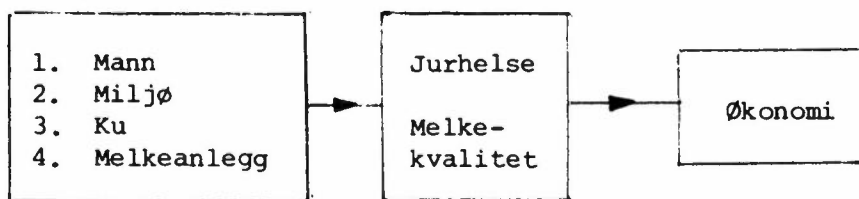
Litteraturhenvisninger i parentes ( ).

## 1. Innledning

En tilpasning av melkeanlegget til driftsbygningen kan by på problemer. I gamle driftsbygninger vil man ofte bli henvist til løsninger som gir en dårlig utnyttelse av anlegget.

Ved planlegging av nye driftsbygninger er det derfor viktig å tilpasse bygningen til melkeanlegget, m.a.o. bør melkeanlegget tegnes inn på bygnings-tegningene, slik at det er helt klart hvordan melkeledning, vakuümledning, sluttenthet og pumpeaggregat skal plasseres.

Denne montering er av betydning for det endelige resultat i melkeproduksjonen, da melkeanlegget er en av de 4 faktorene som innvirker på jurhelsen og melke-kvaliteten og videre på økonomien:



Valg og plassering av melkeanlegget forutsetter kjennskap til melkemaskin-prinsippet.

## 2. Teknisk grunnlag (5)

Et melkemaskinanlegg er i alt vesentlig et system der det blir transportert luft og melk. I omtalen av dette system vil uttrykkene "trykk" og "vakuüm" ofte forekomme. Det er derfor nødvendig å få en klar forståelse av meningen med disse uttrykk.

Gasser og væsker er begge media som lar seg påvirke av krefter som forårsaker bevegelse eller formforandring. Dette betyr at det er mulig å få væsker og gasser til å strømme i ønsket retning dersom de nødvendige strømningsforhold er tilstede, og med en ønsket hastighet dersom de nødvendige krefter er for hånden.

### 2.1 Trykk og vakuüm

#### 2.1.1 Trykk i en gass

Molekylene i en gass, f.eks. luft, er i konstant bevegelse i alle retninger. Dersom gassen er lukket inne i en beholder eller et system, vil molekylene utsette de omkringliggende flater for et konstant bombardement. Dette flate-trykket i kraft pr. flateenhet kalles gassens absolutte trykk. I et lukket system som ikke inneholder noen gass (teoretisk betraktning), vil det innvendige absolutte trykket være null.

I en ideell gass i et lukket system er:

$$\frac{pV}{T} = \text{konst.}$$

1) der

p = absolutt trykk

v = volum

T = absolutt temperatur ( $^{\circ}\text{C} + 273$ )

Av dette uttrykket går det frem at når den absolutte temperatur er konstant er det absolutte trykket omvendt proporsjonalt med volumet, eller hvis volumet er konstant, vil det absolutte trykket være direkte proporsjonalt med den absolutte temperaturen. Betrakter vi et medium under to forskjellige tilstander, 1 og 2, kan vi skrive:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad 2)$$

### 2.1.2 Atmosfæretrykk

Tyngden av atmosfærelufta forårsaker et lufttrykk på jordoverflata. Dette trykket avtar med økende høyde over havoverflata. Atmosfæretrykket ved havoverflata har en nominell verdi på ca. 101 kilopascal (kPa) eller ca. 76 cm Hg. I praksis vil værforandringen forårsake en forandring av atmosfæretrykket på omkring 2 %. Lave temperaturer og fuktighet fører til et større atmosfæretrykk.

### 2.1.3 Vakuum og luft i normalt tilstand

Da mennesker og dyr og de fleste maskiner befinner seg i vanlig atmosfæreluft er det mer praktisk å ta utgangspunkt i atmosfæretrykket enn i det absolutte trykket ved målinger. Når det heretter skrives trykk menes det trykk over atmosfæretrykket.

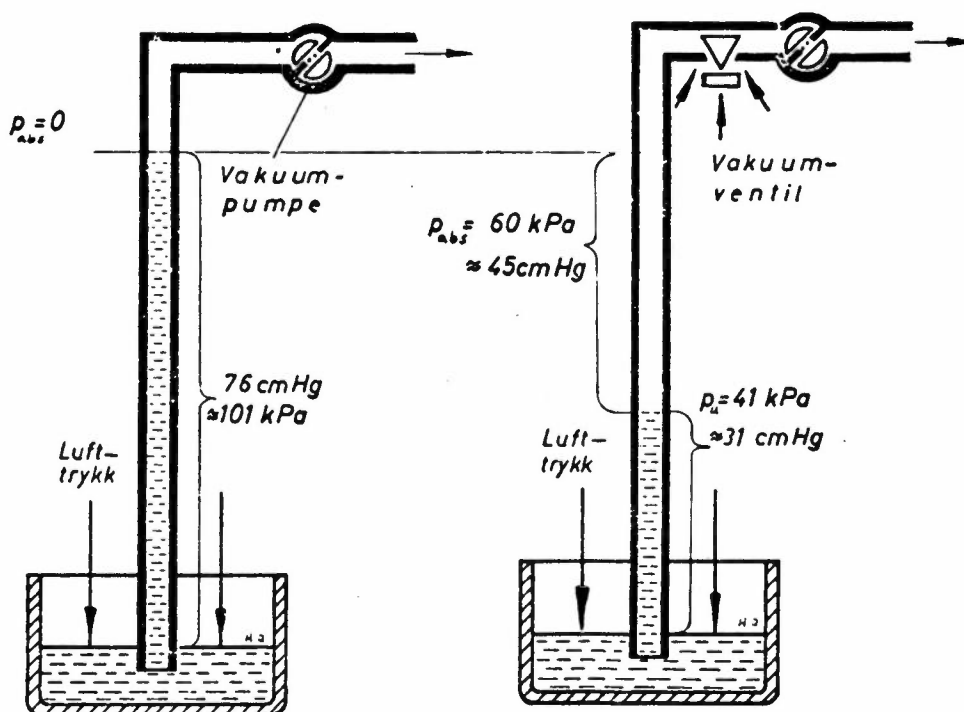


Fig. 1. Absolutt trykk og vakuum.

Et trykk som er mindre enn atmosfæretrykket blir kalt vakuum og blir målt på en skala der atmosfæretrykket er lik 0 vakuum.

Til måling av vakuum blir det brukt instrumenter med en inndeling fra 0 til 100 kPa eller 0 - 1 bar. En inndeling fra 0 til 76 cm Hg eller 0 - 760 mm Hg er stadig vekk i bruk. cm Hg står da for kvikksølv søyle. (1 cm Hg = 1,33322 kPa)

Dersom et glassrør blir satt ned i en skål med kvikksølv og luftmolekylene i røret blir pumpet ut ved hjelp av en vakuumpumpe, vil lufttrykket  $p_1$  (atmosfæretrykket) presse kvikksølvet ca. 76 cm opp i glassrøret (se fig. 1).

Selv om vi fortsetter å la pumpen gå, vil ikke kvikksølvet stige høyere i røret fordi vi ikke kan forandre på atmosfæretrykket.

I rommet over kvikksølv søylen er det absolutte trykket,  $p_{abs}$  lik null. Dersom vi ved hjelp av en ventil slipper inn luft over kvikksølv søylen vil trykket av lufta vi slipper inn presse kvikksølv søylen ned, f.eks. 45 cm. Da er  $\bar{p}_{abs} = 60$  kPa ( $\approx 45$  cm Hg) og vakuuemet

$$\bar{p}_u = p_1 - p_{abs} = 101 - 60 = 41 \text{ kPa}$$

De fleste melkemaskeanlegg arbeider ved ca. 50,5 kPa (38 cm Hg).

Dersom vi kaller  $\bar{v}_u$  luftvolumet inne i et melkemaskeanlegg med et vakuum på  $\bar{p}_u = 50$  kPa og atmosfæretrykket utenfor anlegget er  $p_1 = 100$  kPa kan vi ved hjelp av formel 2) se hvor meget luften utvider seg når den kommer inn i anlegget. Vi forutsetter at temperaturen er den samme inni og utenfor anlegget.

$$\frac{p_u \cdot p_u}{T_u} = \frac{\bar{p}_1 \cdot v_1}{T_1}$$

$$50 \cdot v_u = 100 \cdot v_L \quad \underline{v_u = 2 v_L}$$

dvs. luften tar dobbelt så stor plass (ekspandert luft) når den kommer inn i anlegget, og den skal komprimeres ned til det halve når den skal ut av anlegget igjen.

Både fri luft og ekspandert luft blir brukt til å beskrive luftens tilstand. Fri luft er luft i normaltilstand, dvs. med et absolutt trykk på 101 kPa (76 cm Hg) og en temperatur på 20 °C. Luftmengden angis i liter pr. minutt, og målingene foretas ved et vakuum på 50 kPa (ca. 38 cm Hg) inne i vakuumanlegget (8). Her i landet angis luftmengder i luft i normaltilstand.

#### 2.1.4 Trykk i væske

Væsker vil i likhet med gasser la seg påvirke av krefter til å strøme i ulike retninger, men vil ikke ekspandere og fylle ut det omkringliggende rom. En væske i en beholder vil få beholderens form, og i en delvis fylt beholder vil væsken få en vannrett overflate. Væsket volumet er tilnærmet uavhengig av trykket eller vakuuemet og kan betraktes som inkompressibel. Volumet øker imidlertid med økende temperatur og avtar med synkende temperatur inntil frysepunktet.

### 2.1.5 Laminær og turbulent strømming

Når partiklene i et medium flyter i rette linjer parallelle med rørets midtlinje sier vi at strømmingen er laminær. Økes strømningshastigheten vil strømningsbildet på et tidspunkt bli plutselig forandret, og partiklene vil ikke lenger følge parallelle baner, men danne et uregelmessig strømningsbilde. Denne strømmingen kalles turbulent og gir større friksjonstap enn laminær til turbulent strømming. Omslaget fra laminær til turbulent strømming bestemmes av rørdiameter, hastighet, spesifikk vekt, og for væskers vedkommende av væskas viskositet. I melkeanlegg er det som regel turbulent strømming der det bare transporteres luft og laminær strømming der melk transporteres alene. Når melk og luft transporteres sammen (to-faset strømming) blir strømningsbilde mer komplisert. Utseende er bl.a. avhengig av luft-melk-forholdet (se pkt. 5.1).

### 3. Trykkforholdene omkring kuas spene

Som regel vil det være et visst overtrykk i spenesisternen når kua gir ned melka etter stimulering. Melka trykker da mot ringmuskelen (se fig. 3). Vanligvis er ringmuskelen kraftig nok til å forhindre at melka renner ut. Blir trykkforskjellen mellom spenesisternen og rommet som omgir spenen stor nok, klarer ikke ringmuskelen å holde melka tilbake. Dette kan skje ved at trykket i spenen heves eller ved å senke trykket omkring spenen.

#### 3.1 Kalvens sug (2)

Kalven benytter seg av både trykk og sug. Den suger ved å forstørre hulrommet i munnen og trykker melka ut ved å klemme tunga og ganen. Dette skjer i form av rytmiske tungebevegelser som også har en masserende virkning på spenen og hindrer blodoppnopninger. Hos kalven er det målt 120 - 150 sugesvelge-pulseringer pr. min. Suge- og svelgetaktene er omtrent like lange og er målt til 0,20 - 0,25 sek. Slike målinger kan utføres på en gummispene med melk (se fig. 2).

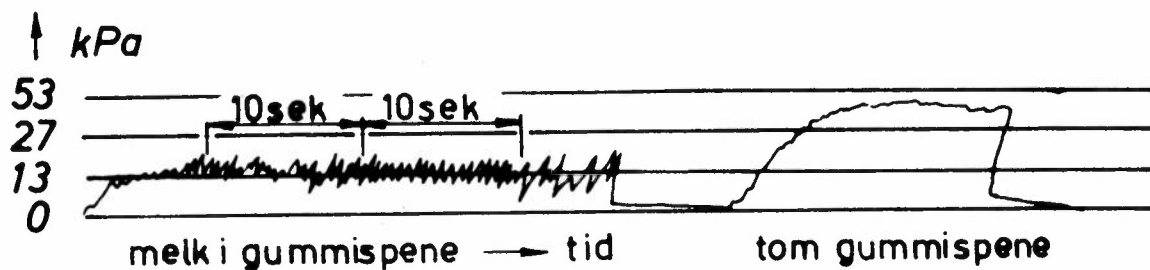


Fig. 2. Kalvens sug

#### 3.2 Håndmelking

Ved håndmelking blir den melka som er samlet i spenesisternen (hulrommet inne i spenen) trykket ovenfra og ned igjennom spenen. Trykket fra hånden til spenen er blitt målt til fra 53 - 106 kPa (40 - 80 cm Hg) overtrykk som er tilstrekkelig til å overvinne ringmuskelkraften i spenen. En god håndmelker kan i gjennomsnitt klare 85 trykkvekslinger i minuttet.



### 3.3 Maskinmelking

Melkemaskinen av i dag er utelukkende basert på sug under spenen. Melka står under et visst overtrykk fra 0 til 8 kPa inne i spenen og når vakuemet i spenegummiets hulrom blir tilstrekkelig stort, åpner spenekanalen seg, og melka strømmer ut. Den tiden spenen utsettes for vakuem, kalles sugefasen. Forsøk og erfaringer tyder på at et kortvaring vakuem på 44 - 50 kPa (33-38 cm Hg) kan gi en effektiv melking uten jurskader. Dette vakuemet vil føre til at blodet hoper seg opp i spenen, og hvis det ikke avbrytes, vil det kunne suge blod ut av blodkarene noe som vil påføre kua smerter og skade spenene. For å unngå disse skadevirkninger er det nødvendig å avbryte vakuemets virkning på spenene med jevne mellomrom. I denne avlastningsperiode, den såkalte trykkfase, skal spenen masseres for å holde blodsirkulasjonen i gang og å forhindre blodopphopninger. Rent mekanisk kan denne massasjen skje ved å slippe luft ved atmosfæretrykk inn i pulseringskammeret omkring spenegummi (se fig. 3).

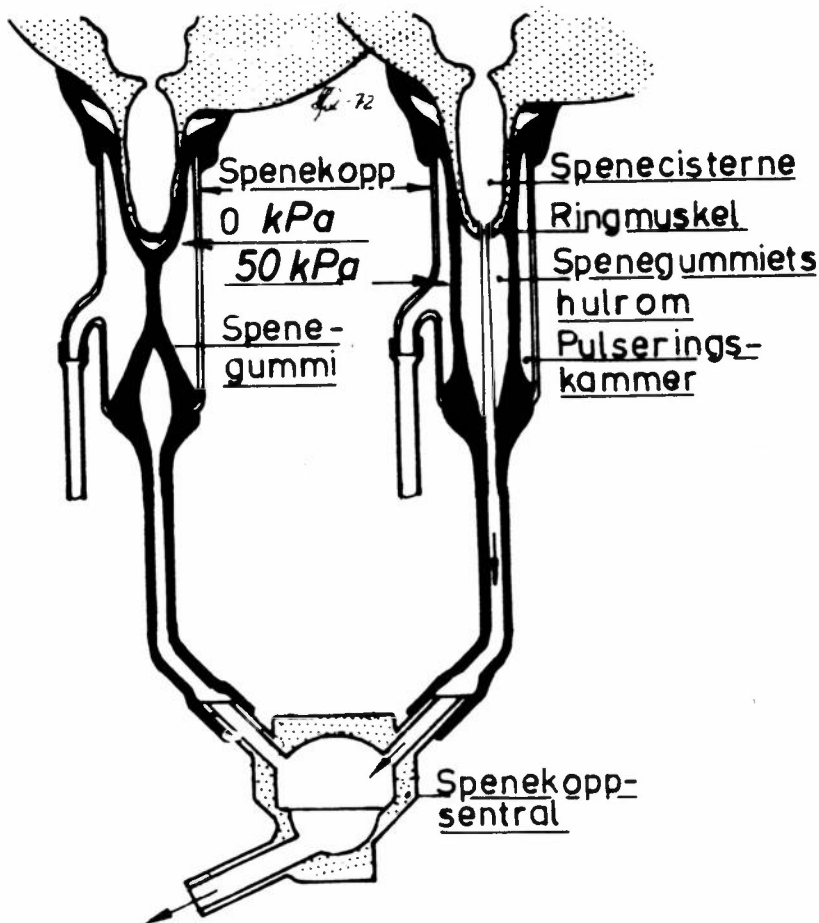


Fig. 3. Melkeorgan

Da det hersker vakuüm i hulrommet under spenen, vil spenegummiets suges sammen og massere spenen. Sugers den lufta som ble sluppet inn i pulseringskammeret, ut igjen åpnes spenegummiets, og melkefasen innledes. Pulseringskammeret er forbundet med en pulsator som sørger for vekslingen mellom sug og trykk. De resulterende kreftene som påvirker spenen, blir bestemt av vekten av melkeorganet, spenegummiets massasje-effekt og friksjon mot spenen, og av vakuümet og vakuümvariasjonene i spenegummiets hulrom under spenen. Man vet lite om hvordan disse kreftene rent fysiologisk virker inn på spenen.

### 3.4 Vakuümsvingninger (9)

Vakuümsvingningene under kuas spene kan deles opp i 3 kategorier (se fig. 4).

- A. Regelmessige svingninger,
- B. Uregelmessige svingninger og
- C. Nivåsvingninger.

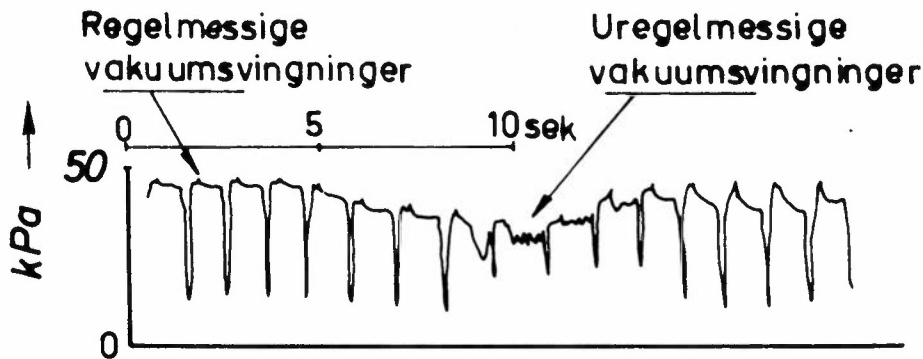


Fig. 4. Vakuümsvingninger

Figuren viser vakuümvariasjonene ved spenespissen under melking. De regelmessige svingningene skyldes pulseringen (vekslingen mellom trykkfase og melkefase). Hvilken innflytelse de har på jurhelsen vet man lite om, men man tror de er ufarlige. Forsøk tyder på at regelmessige og uregelmessige svingninger sammen kan være medvirkende årsak til jurinfeksjoner. Pulseringen er nødvendig for å få massert spenene, så dersom vi vil prøve å unngå jur-skader forårsaket av melkemaskinen ser det ut til at vi må sørge for å redusere de uregelmessige svingningene mest mulig.

En tredje type vakuümsvingning er den såkalte nivåsvingning, f.eks. når vakuümet faller fra 50 kPa til 40 kPa (~ 38-30 cm Hg) under melking for så igjen å stige til 50 kPa når juret begynner å bli tømt. Dersom en slik nivåsvingning blir for stor f.eks. under 33 kPa (25 cm Hg), mener man at utmelkinga kan bli ineffektiv, noe som fører til lengere melketid. Da påsettingstiden er en belastning for jur og spener, er en lang melketid uønsket. Melkemaskinen bør kunne tømme juret i løpet av den tiden kua legger ned melka. Klarer ikke maskinen det, vil det føre til en nedsatt ytelse.

Uregelmessige vakuümsvingninger og nivåsvingninger kan ikke unngås, men de kan reduseres ved å dimensjonere og montere anleggene riktig.

Retningslinjer for dimensjonering og montasje av melkemaskinanlegg er utgitt (8). Disse er et resultat av nordisk samarbeid og brukes i dag i de nordiske land.

#### 4. Transport av luft

Som nevnt er melkeanlegget et transportsystem for luft og melk.

Lufttransporten går fra forbruker gjennom vakuumbedninger og til vakuumpumpa som komprimerer den ekspanderte lufta imot atmosfæretrykkt.

På fig. 5 og 6 nedenfor er det med piler vist hvor det strømmet inn luft i et spannanlegg og et rørmelkeanlegg.

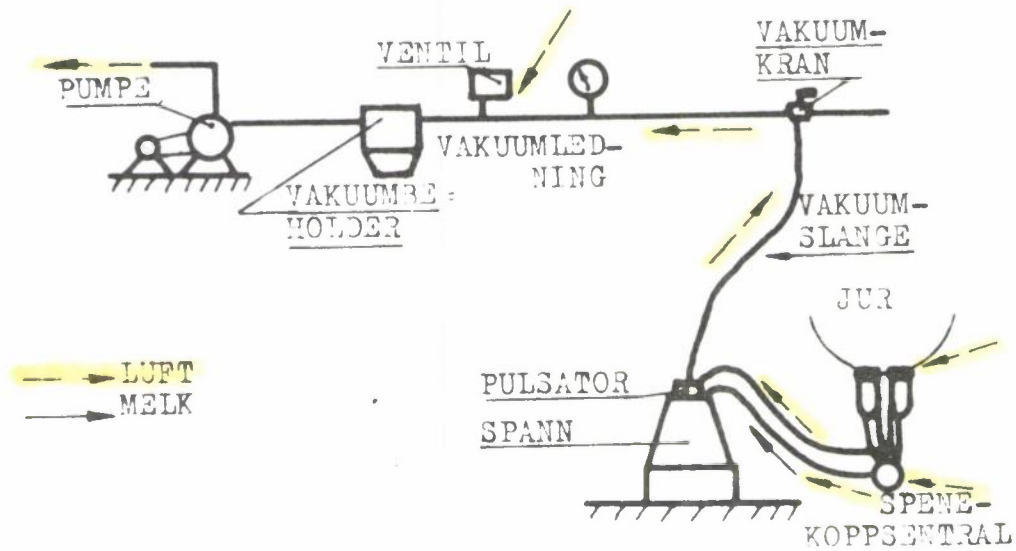


Fig. 5. Spannanlegg

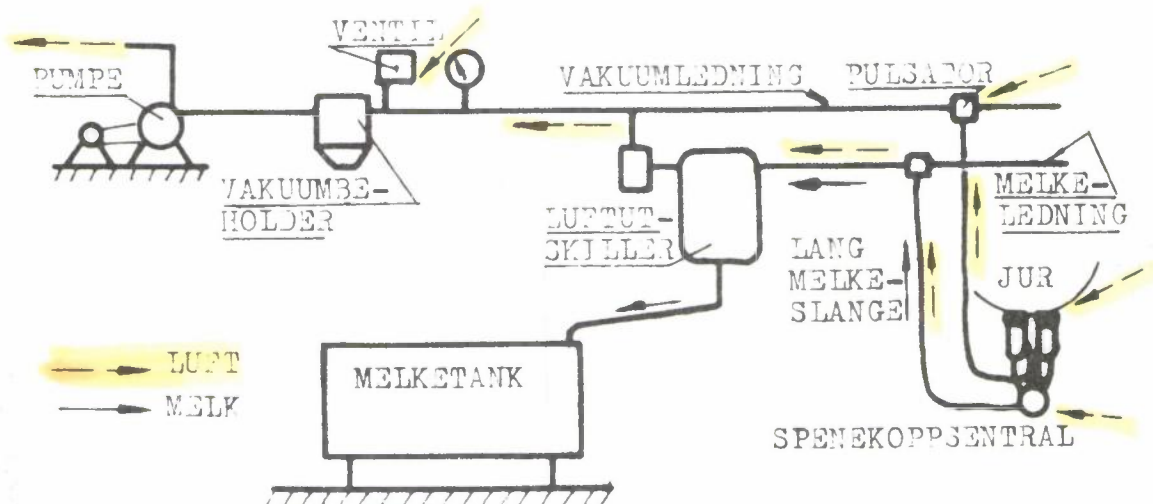


Fig. 6. Rørmelkeanlegg

Langs spenene, i spenekoppsentral, gjennom vakuumentilen og i lekkasjer strømmet det inn luft. Dersom denne luft ikke blir fjernet hurtig nok, vil vakuemet falle og begynne å svinge, og det kan oppstå melkeproblemer. En hurtig evakuering av lufta forutsetter stor nok pumpekapasitet og gode strømningsforhold for lufta. Ved skifting av organ, vil det alltid strøme inn store mengder luft i melkeorganet. Denne lufta vil forstyrre vakuumentforholdene hos nabokua og gi uregelmessige vakuumentsvingninger, avhengig av hvor hurtig anlegget greier å fjerne lufta som er kommet inn.

I et spannmelkeanlegg vil luftinnslippet ved skifting av organ ikke ha så stor innvirkning på vakuumentforholdene hos nabokua da spannene vil tjene som vakuumenttanker og dempe vakuumentsvingningene. Dette er bl.a. grunnen til at det anbefales større pumpekapasiteter for rørmelkeanlegg enn for spannmelkeanlegg.

#### 4.1 Strømningsforhold og friksjonstap

Den lufta som skal transporteres igjennom rørene og til pumpa, bør ha så gode strømningsforhold som mulig. Gode strømningsforhold får vi ved lave lufthastigheter, glatte overflater og så få skarpe kanter og krumninger som mulig. Ved samme luftmengde pr. tidsenhet vil lufthastigheten være lavere i rør med stort tverrsnitt enn i rør med små tverrsnitt. Friksjonen vil også være større i rør med små tverrsnitt, da flere luftmolekyler her vil gnisse mot røroverflaten. Kanter og krumninger forårsaker at lufta begynner å hvirvle rundt, molekylerne støter mot hverandre og mot veggen i røret, og noe av den bevegelsesenergi som lufta har, forvandles til unyttig varme.

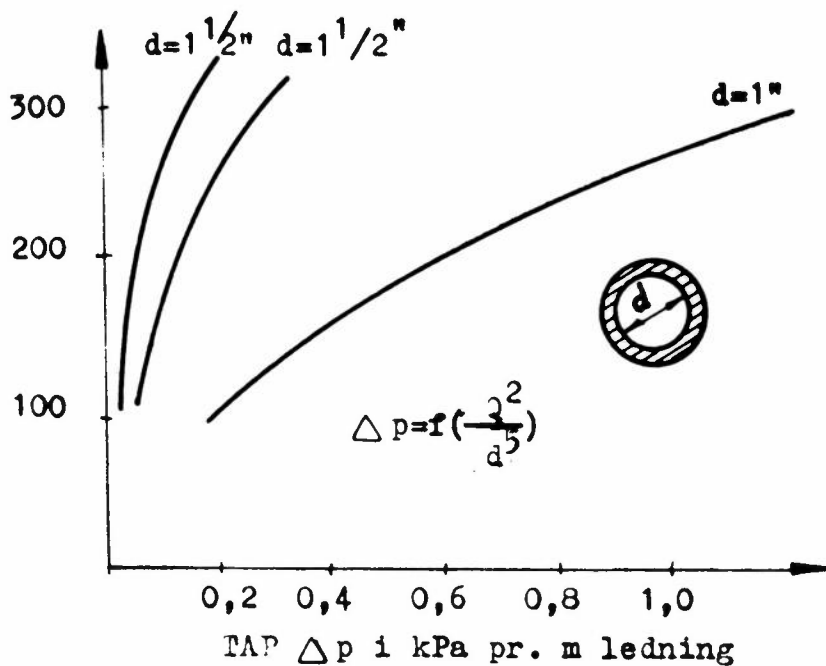
Det hjelper lite å ha ei stor vakuumpumpe når en stor del av det arbeid den utfører går med til å overvinne friksjons- og strømningsstap, i stedet for å suge lufta ut av anlegget.

Friksjonstapet ved transport av luft i rør kan uttrykkes ved følgende formel:

$$\Delta p = k \cdot \gamma \cdot Q^2 \cdot \frac{L}{d^5}$$

- $\Delta p$  = trykktap (kPa),  $k$  = korreksjonsfaktor
- $\gamma$  = spesifikk vekt for luft ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
- $Q$  = transportert luftmengde ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $L$  = rørlengde (m),  $d$  = rørdiameter (mm)
- $k$  = konstant

Rørdiamteren har som vi ser, en meget stor betydning for friksjonstapet i røret. I diagrammet på fig. 6 er trykktapet pr. m ledning tegnet opp i avhengighet av luftmengde og rørdiameter.



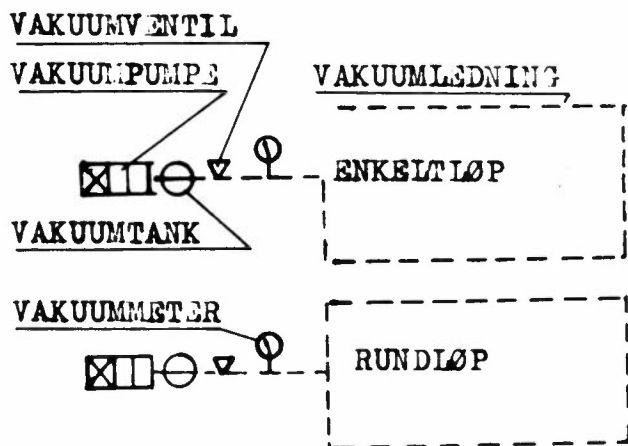
Tapene er målt i rør som brukes i melkemaskinanlegg. Røret var lagt opp som enkeltløp.

Fig. 7. Friksjonstap i rør.

#### 4.2 Montering av vakuumledningen

Ved å montere vakuumledningen som rundløp, dvs. sluttet kretsløp, kan trykktapet reduseres til  $1/8$  av verdiene i diagrammet. Dette kan vi beregne oss til fra formelen for friksjonstap på side 12 når  $Q$  og  $L$  blir halvert.

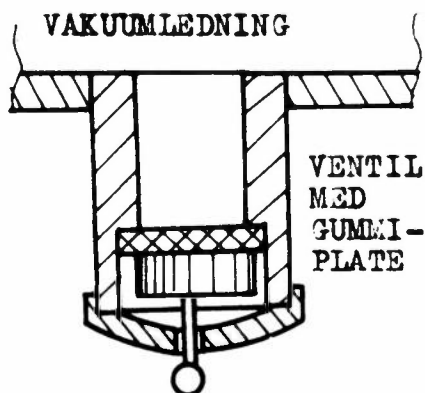
Rundløpet er tegnet opp ved hjelp av symboler på fig. 8. Symboler for komponenter i melkemaskinanlegg er oppført i tabellen på s. 4/.



Trykktapet i en alminnelig rørbøyning tilsvarer omtrent tapet i 1 m rett rør. I rørvinkler med skarpe overganger svarer tapet til tapet i ca. 2 m rett rør.

Fig. 8.

Den største lufttransporten foregår i ledningen mellom pumpa og vakuumventilen, den såkalte stamledningen, som derfor krever den største rørdimensjon. Ved siden av friksjonstapet vil det i et hvert anlegg være tap pga. lekkasjer i koblinger og kraner. For hele rørsystemet i et rørmelkeanlegg vil dette tapet i de fleste tilfeller ligge under 10 l/min pr. organ.



Da det til stadighet kondenseres væske i vakuumledningen, utstyres denne med en anordning, som sørger for drenering av vakuumledningen. Dreneringen kan skje med en dryppventil som åpner når vakuumet er null (se fig. 9).

Fig. 9. Dryppventil

## 5. Transport av melk

Melkeanlegget skal transportere melka fra kua til melkespann eller melketank. Melka fra kusenene samles i spenekoppsentralen (se fig. 3). Der slippes det inn luft som skyver melka foran seg over i spann eller opp i melkeledningen (se fig. 5 og 6). Det finnes spesielle transportsystem hvor det ikke er luftinnslipp i spenekoppsentralen.

Transportforholdene innvirker på:

- A. Vakuumsvingningene under spene.
- B. Den mekaniske behandling av melka.

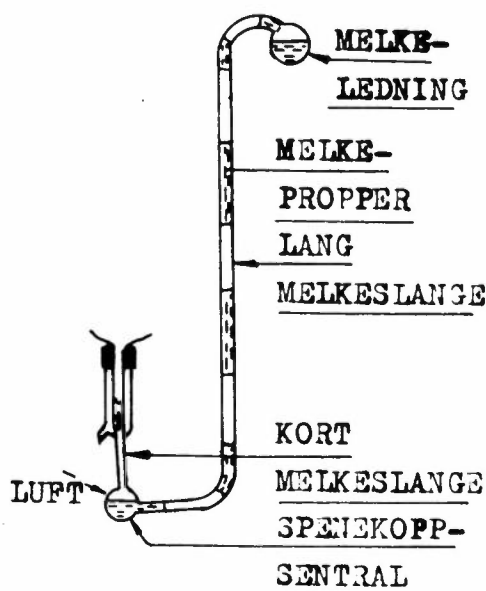
### 5.1 Luft-melk-forholdet (5)

Transporten av melka fra kua og til luftavskilleren hvor melk og luft skiller lag foregår som en såkalt tofaset strømning (strømning av luft og væske). Trykkforholdene ved denne type strømning er teoretisk meget vanskelig å beregne. Vi kan ikke bruke de formlene som er beskrevet i avsnitt 2.1.1.

Strømningsbilde blir bestemt av flere faktorer så som hastighet, rørdiameter og luft-melk-forholdet. Luftinnslippet ligger vanligvis mellom 4 og 8 l/min. Den maksimale melkestrøm fra ei høytstående ku kan bli ca. 6 l/min. Dette gir et luft-melk-forhold på fra ca. 0,7:1 til 1,3:1. Når melkestrømmen har avtatt mot slutten av melkinga til la oss si 0,25 l/min vil forholdet bli fra 16:1 til 32:1.

Luft-melk-forholdet har stor betydning der melka skal løftes fra spenekoppsentralen og opp i spann eller melkeledning.

### 5.2 Løfting av melk (5)



For å skyve melka opp gjennom melkeslangen (fig. 5) må suget eller vakuomet over melkeproppene være høyere enn under proppene. Lufta som kommer inn i spenekoppsentralen reduserer vakuomet der og skyver melka foran seg opp gjennom melkeslangen og inn i melkeledningen (fig. 10). En sammenhengende propp vil redusere vakuomet med omkring 10 kPa (7,5 cm Hg) pr. m løftehøyde. Dersom luft-melk-forholdet er 1:1 vil vekten av melka bli halvert og vakuumfallet blir bare 5 kPa pr. m, og dersom forholdet er 10:1 vil vakuumfallet bare bli 0,9 kPa pr. m.

Fig. 10. Løfting av melk.

Som vi ser vil løftinga av melka gi en nivåsvingning (se avsnitt 3.4). Før det begynner å strøomme melk, og når kua er ferdig melket vil vakuuemet under spene være omtrent så stort som vakuuemet i melkeledningen, vanligvis 48-50 kPa (36-38 cm Hg). Under melking vil vakuuemet kunne falle til under 40 kPa (30 cm Hg) ved store melkestrømmer. Dette er det omvendte av hva vi ønsker. Det ideelle ville være å ha lavt vakuu under tomgangsmelking og høyt vakuu under melking.

### 5.3 Transport i melkeledningen (8)

For å sikre drenering er melkeledningen normalt montert med fall (minst 1-3 mm pr. m) mot luftutskilleren (se fig. 6). Ledningen har ofte feste-punkter som kan bevege seg når takkonstruksjonen blir belastet, og av den grunn er det ønskelig at fallet er så stort at en drenering er sikret under alle omstendigheter.

I melkeledningen skiller vi mellom 3 former for transport avhengig av luft-melk-forholdet, melkeledningens diameter (d), melkestrømmen (l/min) og fallet (mm/m).

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>a. Hurtige melkepropper med skumdannelse (liten d)</li><li>b. Langsomme propper, ca. 1 m/sek</li><li>c. Lufttransport over melkespeilet i melkeledningen (stor d)</li></ul> |
|---|

Transportformen under a) er uheldig både med hensyn til vakuumsvingninger og mekanisk bearbeiding av melka. Forholdene under c) er å foretrekke da luft og melk ikke behøver å bli transportert med samme hastighet, dvs. ved store luftinnslipp kan lufta hurtig evakueres over melkespeilet. Sjansene for å sikre en laminær strømming for melka er her størst.

Er melkeledningen av gjennomsiktig rør, er det lett å vurdere om det er en god eller dårlig melketransport.

### 5.4 Transportskade på melka

Fettkulene i melka er omgitt av en membran. Ved bearbeiding av melka kan denne membran bli slått i stykker. Da får de såkalte lipaseenzymer (organiske stoffer), som alltid finnes i ny melk, mulighet for å spalte de enkelte fettstoffer til lavere forbindelser, som gir melka en harsk smak. Mengden av frie fettsyrer i melka gir et mål for bearbeidingsgraden. Den angis i syregrad. Dersom syregraden stiger over 1,5 er det stor risiko for at det kan oppstå harsk smak i normal melk, smør og oster. Undersøkelser har vist at melk fra rørmelkingsanlegg har fått så kraftig mekanisk behandling at melka har fått smaksfeil (også kalt lipaseskade). Luft som suges igjennom varm melk gir melka en kraftig bearbeiding. Dette skjer i melkeledninger med stigere i melkas strømningsretning. Det skjer også i spenekoppsentraler med luftinnslipp og under transporten av melka opp igjennom lang melkeslange gjennom kraner og til luftutskilleren. Stigere må derfor ikke forekomme. I vanlige melkeanlegg er luftinnslipp dessverre nødvendig for å sikre melketransporten, men den mekaniske bearbeiding kan reduseres ved å dimensjonere anleggene slik at melketransporten foregår rolig og skånsomt (laminært strømningsbilde).

Lekkasjer i koplinger og kraner i transportsystemet for melka fremmer også lipaseaktiviteten og bør unngås.



To faktorer har stor innflytelse på vakuumsvingningene under spene og den mekaniske behandling av melka:

- a. Montering av melkeledning
- b. Dimensjonering av melkeledning

### 5.5 Melkeledningens montering og transport kapasitet

Som nevnt må det ikke forekomme noen stigning i melkas strømningsretning. Minst 2,5 o/oo fall på ledningen er ønskelig da det er meget vanskelig å montere ledningen helt vannrett. Stigere og lommer på melkeledningen gir vakuumsvingninger og fare for lipaseskader. Opphengene for rørene er ofte festet i taket, som ved belastning kan bli utsatt for en viss nedbøying. Dette kan føre til lommer på melkeledningen.

Melkeledningens høyde over gulvnivå bør være så liten som mulig.<sup>1)</sup> Høyden blir bestemt av nødvendig fri passasje under melkeledningen, og av hvor høyt rørketteren kan nå for å koble til melkeutstyret, dvs. omkring 2 m. Tilkoblingspunktene kan ligge noe høyere ved de anlegg med kraner hvor slangeniplene blir skjøvet inn eller heftet på. For transporten under melkeledningen krever ofte større høyde enn 2 m, og i slike tilfeller blir det brukt nedfellbare bøylor som slås opp ved fortransport og legges ned under melking (se fig. 16). En slik løsning fører med seg en del ulemper. Man kan glemme å slå ned bøylene under melking og det er vanskelig å montere bøylene så bøyleavsnittet får riktig fall. De dreibare rørkoblingene på bøylene kan være kilde til lekkasjer og krever derfor regelmessig ettersyn.

Ofte er forbrettet bygd opp i forhold til gulvnivå (ca. 10 cm). Dersom midtlinjen i røret ligger 200 cm på høyeste sted og 195 cm på laveste sted, vil den frie høyde variere fra 188 cm til 183 cm når vi trekker fra halve rørdiameter, f.eks. 2 cm.

Melkeledningens lengde bør ikke overstige 100 m på et rundløp (se fig. 13 og 14). Er lengden over 100 m kan det f.eks. legges opp to rundløp med to luftutskillere eller med en luftutskiller som har 4 innløp.

Melkeledningens kapasitet  $Q$  i liter melk pr. time er avhengig av diameter  $d$ , lengde  $L$  og monteringsmåte.  $Q$  øker ved større  $d$  og avtar ved økende  $L$ .

#### 5.5.1 Enkeltløp (fig. 11 og 12)

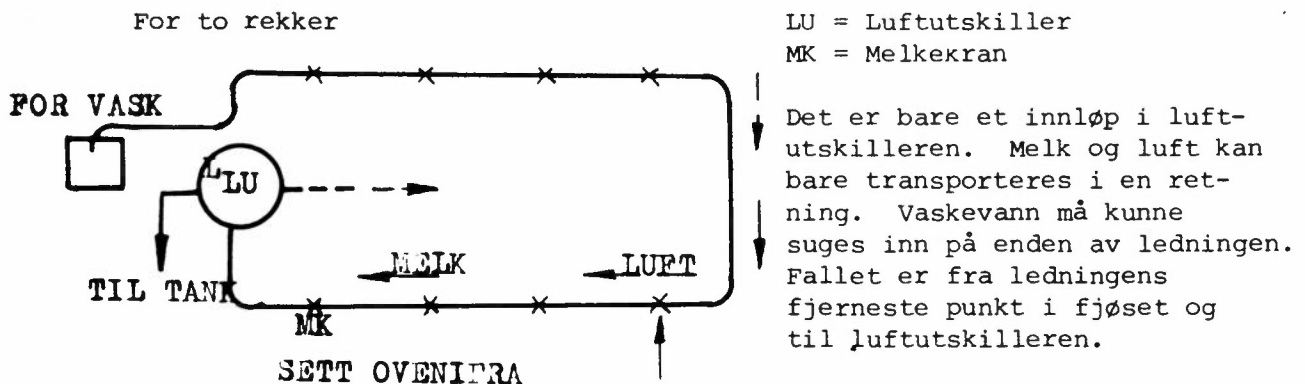


Fig. 11.

1) Liten høyde gir mindre vakuumnivåsvingninger ved løfting, og mindre lipaseskade på melka.

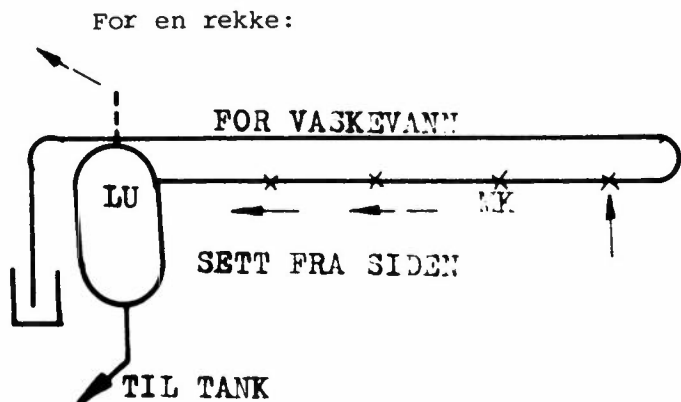


Fig. 12.

Forholdene er som for enkeltløp og to rekker. Vaskingen krever at det legges opp dobbelt ledning.

Ved ledningslengder over 30 m bør melkeledningen monteres som rundløp (fig. 13 og 14).

### 5.5.2 Rundløp med fast bøyle (H-fordeler)

Transporten på forbrettet krever ofte at melkeledningen legges som en bøyle opp under taket. Ledningen kan da legges som rundløp med to innløp i luftutskilleren.

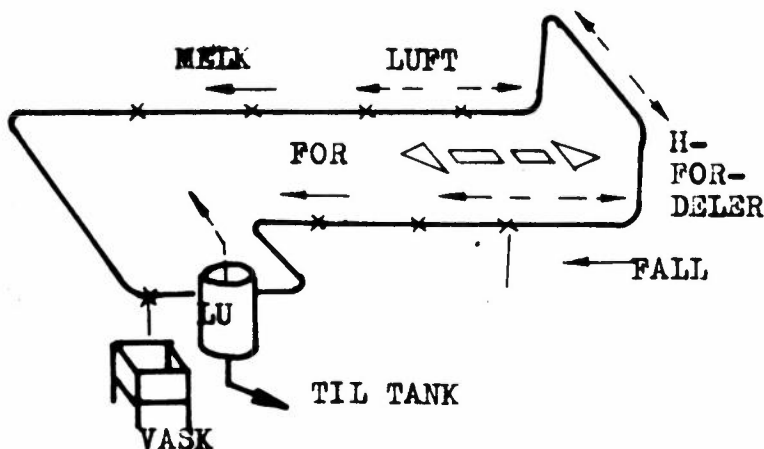


Fig. 13.

Melka kan bare transporteres i en retning, mens lufta kan transporteres begge veier over bøylene. Melk bør ikke transporteres over bøylene da det vil føre til vakuumsvingninger og lipase-skader. En slik transport kan forekomme ved lave bøylene.

Denne type montering frarådes i dag da det i praksis viser seg at melka ofte står og stanger opp og ned i bøylene.

Fallet er fra H-fordeleren og til luftutskilleren.

### 5.5.3 Rundløp uten bøyle

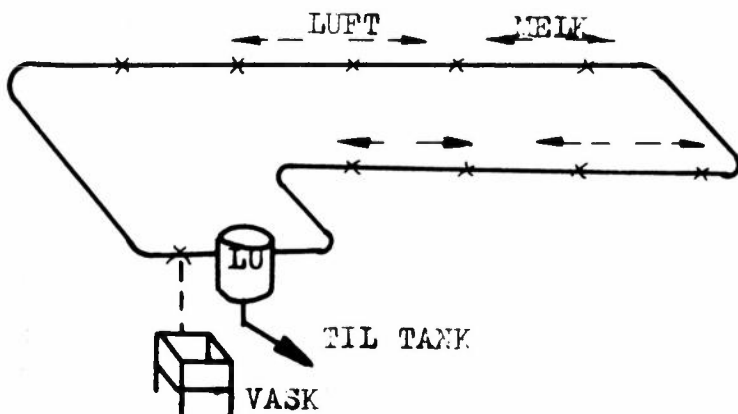


Fig. 14

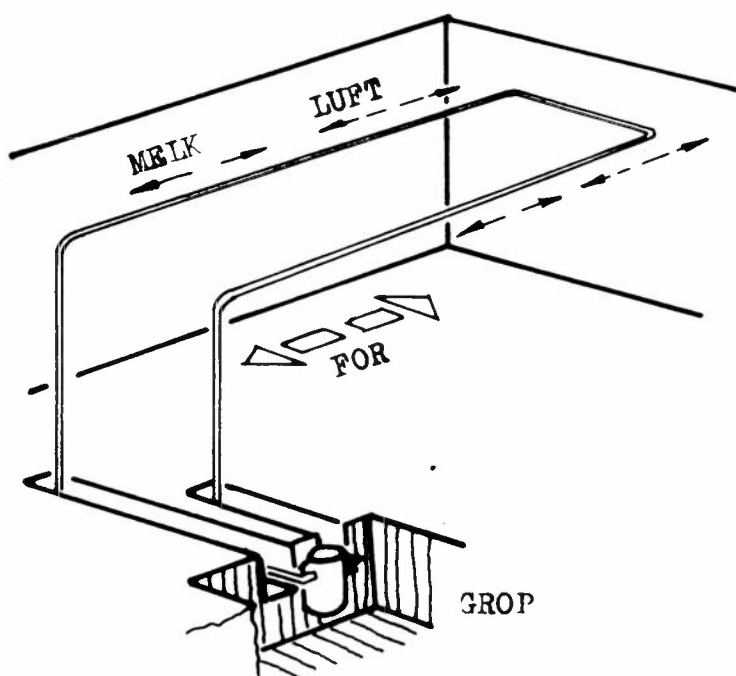
Melk og luft kan transporteres i begge retninger. Denne fordel kan også oppnås på anlegg med bøyle når bøylene er nedfellbar (fig. 16). For å sikre fri høyde for transport til forbrettet kan det også monteres et avtagbart rørover forbrettet. Dette er ingen god løsning da røret lett kan forurennes, og koblingene kan være lekkasjekilder.

Høyeste punkt bør være ca. midt på røropplegget slik at det blir jevnt fall fra dette punkt til de to innløp i luftutskilleren.

Ved sammenligning av de nevnte 3 monteringsmåtene kan vi si at kapasiteten ved rundløp uten bøyle er 100 %. Da vil rundløp med bøyle ha en kapasitet på ca. 70 % og enkeltløp en kapasitet på ca. 35 % når rørdiameter og rørlengde holdes uforandret.

#### 5.5.4 Rundløp med nedføring i gulv

Fri høyde i den ene enden av melkeledningen kan arrangeres ved å legge ledningene ut til luftutskilleren ned i gulvet.



Ulemper ved dette arrangementet er rennene for ledningene og gropen i melkerommet. Løsningen har samme kapasitet som rundløp uten bøyle.

Fig. 15.

#### 5.5.5 Rundløp med nedfellbar bøyle.

Nedfellbar bøyle brukes om nødvendig i begge ender av forbrettet for å muliggjøre gjennomkjøring med transportutstyr.

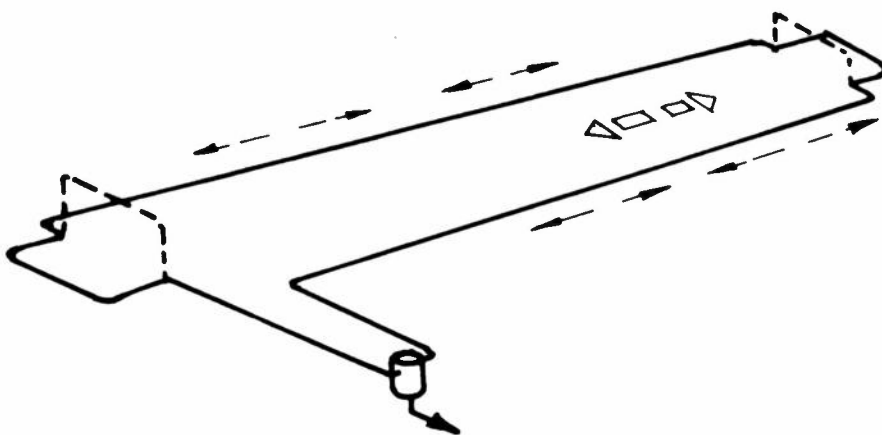


Fig. 16.

Montering med nedfellbare bøyer kan betraktes som en nødløsning. Systemet har en del ulemper som er nevnt under pkt. 5.5. Transportkapasiteten er som ved rundløp uten bøyle. Man bør imidlertid være oppmerksom på at bøyene fører til større samlet lengde på melkeledningen.

#### 5.5.6 Lav montering

De beste vakuumforhold under spenene kan registreres ved lavt montert melkeledning. Da skal ikke melka løftes nevneverdig, og vakuumnivåsvingningene blir betydelig mindre. Undersøkelser viser i noen tilfeller en hurtigere utmelking. Vakuumnivået kan senkes uten at utmelkingseffekten reduseres sammenlignet med høy montering. Luftinnslippet i sentralen kan også reduseres da løftehøyden er mindre. Dette er en fordel med tanke på lipaseskader.

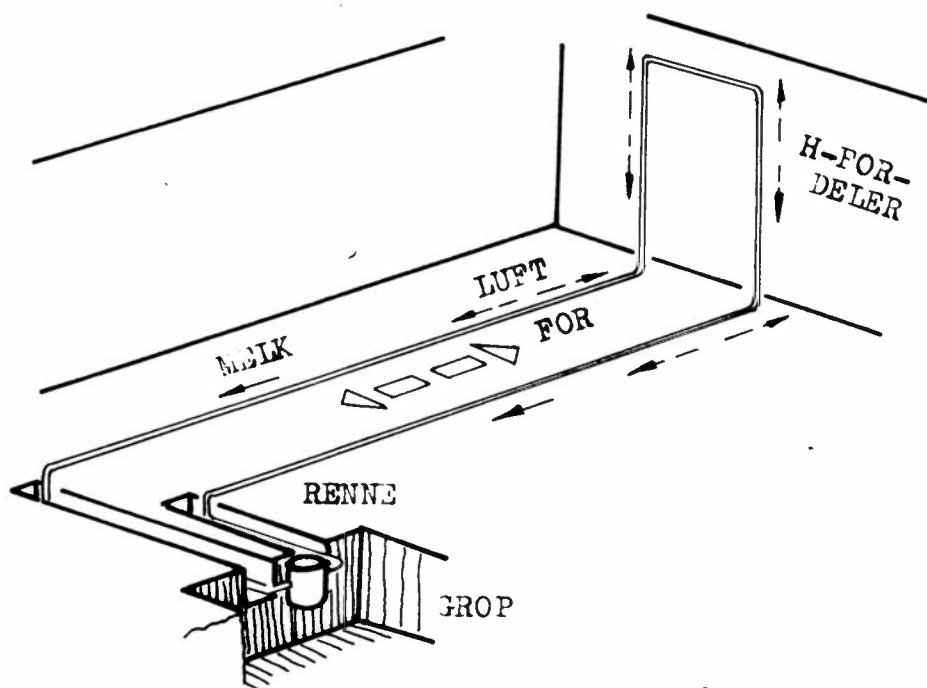


Fig. 17.

Melkeledningen blir vanligvis montert i krybbekanten. Dersom det er et langt fjøs, kan det bli problemer med å få nok fall på ledningen (1-3 mm pr. m).

I dag tilbys det også anlegg der melkeledningen er lagt i ei renne bak kuas frambein (se fig. 18). En slik montering vil gi meget gunstige vakuumforhold under spene, da melka kan renne fra spenekoppsentralen og ned i melkeledningen.

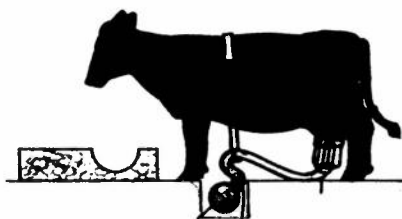


Fig. 18

I lange fjøs kan det også her bli vanskelig å få tilstrekkelig fall på ledningen.

Ved nybygg har vi mulighet for å bygge gulvet med fall slik at melkeledningen kan legges parallelt med krybbekanten, eller i ei renne med konstant dybde. Et annet problem med denne montering er at melkeledningen og melkekranene ligger svært utsatt for skader og forurensning

og må ha spesielle beskyttelseskapper. Lav montering krever også grop eller nedsenket golv i melkerommet.

Det er vanskelig å si hvorvidt fordelene med bedre vakuumforhold og mindre lipaseskade på melka rent økonomisk kan oppveie merkostnadene med renner i golvet og grop i melkerommet samt beskyttelse av melkeledning og melkekraner.

Lav montering av melkeledningen er en løsning der man kan unngå eller konflikter mellom melkeledningen og transportsystemene i fjøset.

Alternativet lav montering bør derfor drøftes ved bygging av nytt fjøs, og der det er problemer med fortransporten p.g.a. melkeledningens plassering.

#### 5.6 Transport av melk uten luftinnblanding

Problemene med løfting av melk og det derav følgende høye syretall (se pkt. 5.4.) samt vakuumnivåsvingninger har ført til at det er blitt utviklet transportsystem der lufta skilles fra melka før melka blir løftet opp i melkeledningen. I stedet for å ha luftutskilleren ved enden av melkeledningen (se fig. 6) blir luftutskilleren anbrakt i spenekoppsentralen eller like etter denne før melka skal løftes opp, dvs. at hvert melkeorgan utstyres med en egen luftutskiller.

I fig. 18 er det vist et amerikansk system med luftutskilleren i sentralen. En fløtør sørger for at utløpet til lang melkeslange er lukket når det ikke er melk i sentralen. Derved blir det bare transportert en sammenhengende melkestreng uten luftpropper ut av melkeorganet og til melkeledningen. Det viste system har et melketransportvakuum på ca. 58 kPa (44 cm Hg) og et melkevakuum på ca. 37 kPa (28 cm Hg). En tredje slange sørger for samtidig pulsering i alle fire spenekoppene.

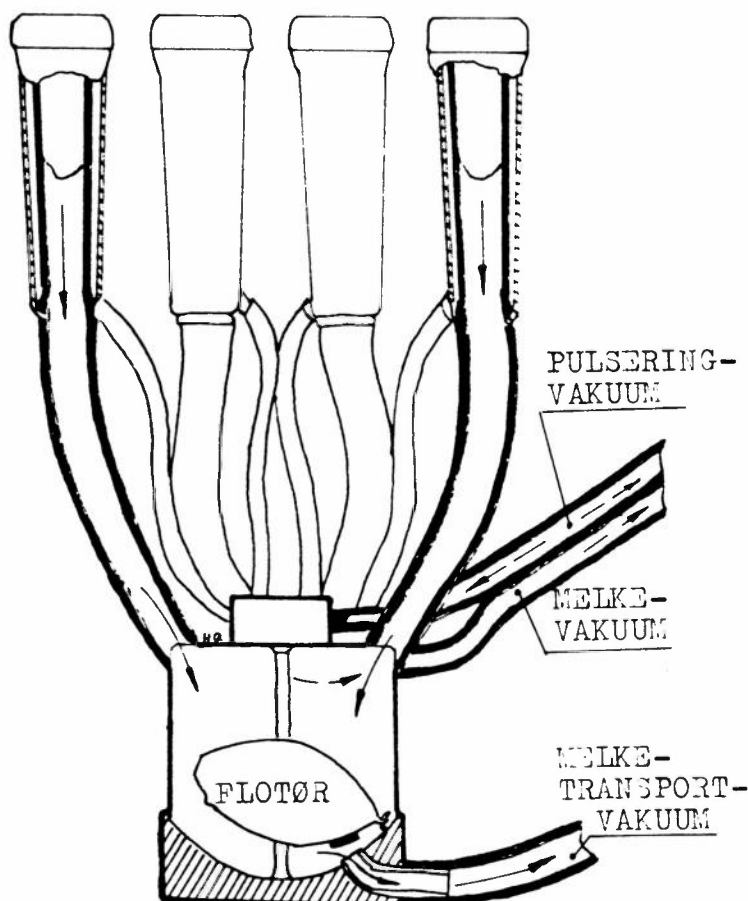


Fig. 19. FF Zero melkeorgan.

Sentralen har ikke noe luftinntak så den eneste lufta som kan komme inn i sentralen er den som kommer inn langs spenene.

Systemets store fordel er at melka transporteres uten luftinnblanding, og at det ikke slippes luft inn i melka i sentralen. Målinger viser at syretallet for melk fra dette system ligger langt under syretallet for melk fra tradisjonelle rørmelkeanlegg. Vakuemet under spene er meget stabilt og forstyrres ikke av melketransporten. Ulempene ved denne løsning er at melkedampene fra sentralen suges opp i vakuumledningen og kommer inn i pulseringssystemet. Vakuumledningen, pulsatorene og pulseringskammerne (se fig. 3) må derfor inngå i sirkulasjonsvasken. Ved andre tilsvarende system er det lagt opp adskilte vakuumledninger for pulserings- og melkevakuemet der bare led-

ningen som transporterer melkedampene inngår i sirkulasjonsvasken.

Hvor vidt stigere på melkeledningen kan tillates ved disse system vet vi ennå for lite om.

Dersom det kommer strengere bestemmelser med hensyn til syregraden i melka, er det sansynlig at slike transportsystem vil få større utbredelse.

## 6. Melkeanlegg i melkestaller

Egne melkestaller brukes i forbindelse med løsdriftsfjøs og ved fellesbeiter der kuene bare er inne for å bli melket.

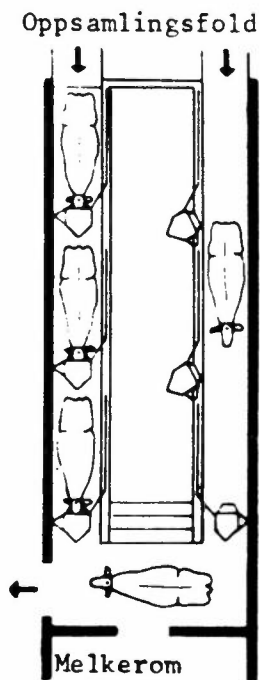
Dyra kommer gruppevis inn i en melkestall, der de blir melket og eventuelt foret med kraftfôr. Røkteren står i ei melkegrav og kan stå oppreist under melkingsarbeidet. Melkeorganene har stasjonær plassering og skal ikke kobles fra melke- og vakuumledning. I Norge har melkestaller først fått en del utbredelse etter 1973 (7).

Som nevnt under punkt 5.5 bør ikke melkeledningens lengde overstige 100 m. Ved større lengder må man velge større rørdiameter for å oppnå stor nok transportkapasitet og lite trykkfall. Lange rør med stor diameter er det vanskelig å få vasket tilfredsstillende. Den lange transporten vil også bety en større mekanisk påkjenning for melka. Er det behov for lengder over 100 m må det eventuelt monteres flere rundløp eller man kan overveie å velge løsdrift med melkestall.

Melkingen i en melkestall er på grunn av arbeidsstillingen lettere enn i et båsbjøs, og ved større besetninger (større enn 50 dyr), vil det ha betydning at kapasiteten i antall kuer pr. mann og time er større i en melkestall. I en melkestall er det enklere å installere utstyr for rasjonalisering av melkearbeidet, så som automatiske avtakere og Duo-Vac der vakuemet under spene styres av melkestrømmen.

#### 6.1 Melkestalltyper (4)

Det finnes en rekke forskjellige melkestalltyper, men det er bare to typer som har funnet noen utbredelse av betydning her i landet, og det er gjennomgangstypen og fiskebenstypen. Dyra samles i en oppsamlingsfold (ca. 1,5 m<sup>2</sup>/ku) og slippes gruppevis inn i melkestallen.



På fig. 20 (1) er det vist en gjennomgangsstall. Dyra blir sluppet inn etter hverandre i en eller to båsrekker og adskilt fra hverandre med et stengsel ofte utstyrt med en krybbe for kraftfor, som kan tildeles manuelt fra melkegrava. Gjennomgangsstallen er enkel og rimelig og krever ingen kraftforautomater da røkteren kan nå krybbene fra grava. Da dyra står etter hverandre blir melkegrava svært lang, og gangbanene for røkteren lange.

Fig. 20. Gjennomgangstype (1)

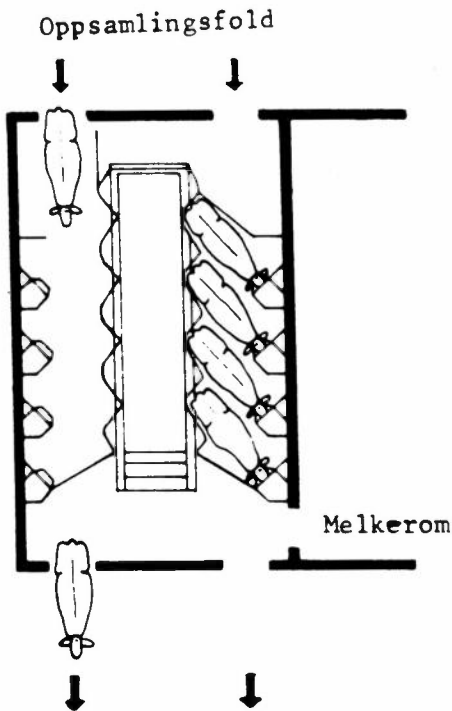


Fig. 21. Fiskebens-type (1)

Fiskebenstallen, som er vist på fig. 21 (1) har ei betydelig kortere melkegrav enn gjennomgangstypen da kuene står skråttstilt i forhold til grava. Dette reduserer gåbanen mellom melkeorganene til ca. 1/3 av tilsvarende avstand i en gjennomgangstall. Arbeidsstudier viser at kapasiteten ved denne type er høyere (ca. 20 %) enn ved gjennomgangstallen.

På grunn av skråstillingen kan røkteren ikke nå kraftforkrybbene manuelt. Dersom kraftforet skal tildeles under melking må derfor fiskebenstallen utstyres med kraftforautomater. I praksis viser det seg at mange høytstående kuer ikke får tilstrekkelig lang etetid under melkinga. Det kan da komme på tale å tildele kraftforet etter melkinga.

Fiskebenstypen er den som blir mest brukt i Norge.

## 6.2 Montering av melkeledning og melkeorgan

Den enkleste og billigste montering er høytliggende melkeledning i midten av grava (fig. 22) og med enkelt oppsett d.v.s. et organ kan brukes til begge sider. En side melkes ferdig, og organene flyttes så over på motsatt side.

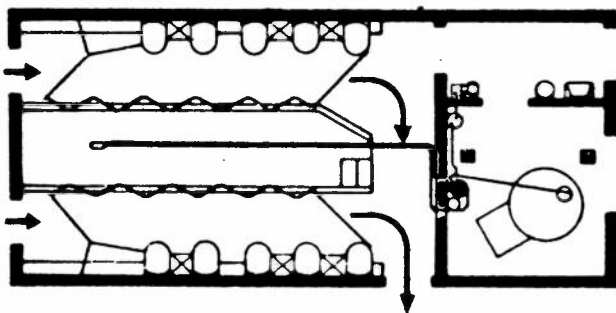


Fig. 22. Enkelt oppsett.  
Sluttenhet i melkerom.

Melkeledningen kan føres direkte ut i melkerommet dersom det lar seg gjøre uten noen stigning i melkas strømningsretning. Melka kan også føres til en sluttenhet i melkegrava og bli pumpet derifra ut til melketanken i melkerommet (fig. 23). Ved denne løsning kreves det mer plass i melkegrava som derfor blir noe lengre.

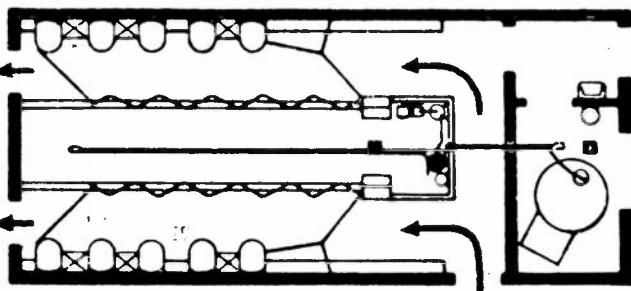


Fig. 23. Enkelt oppsett.  
Sluttenhet i melkegrava.



Dersom hver melkeplass blir utstyrt med et fast melkeorgan, såkalt

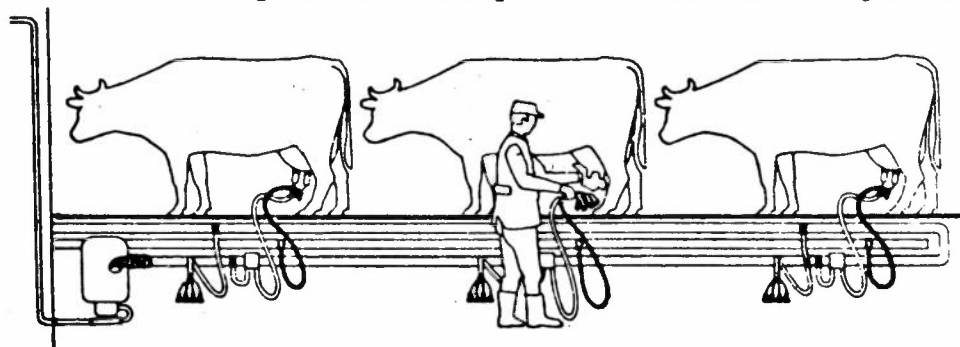


Fig. 24. Dobbelt oppsett. Lavtliggende melkeledning

dobbelt oppsett (fig. 24), vil melkerutinen kunne bli enklere, og røkterens gangbaner blir totalt sett kortere sammenlignet med enkelt oppsett av melkeorganene. Melkeledningen kan monteres over eller under jurnivå. En høytliggende ledning gir en enkel og billig løsning da melkeledningen kan føres direkte ut til slutteneheten i melkerommet. Rent melkingsteknisk er en lavtliggende ledning under jurnivå bedre (fig. 24). Melka kan ved en slik montering renne ned i melkeledningen uten luftinnslipp i sentralen. Dette gir et stabilt vakuum og skånsom behandling av melka. Da vakuumnivåsvingningene blir ubetydelige er det mulig å senke vakuumnivået uten at det går ut over utmelkingseffekten. Lavtliggende ledning krever sluttenehet med melkepumpe i grava eller nedsenket golvnivå i melkerommet.

Noen melkeprodusenter ønsker å kunne skille ut og registrere melkemengden fra hver ku. I melkestaller har man denne mulighet når det monteres en målebeholder også kalt "recorder" ved hvert organ (fig. 25).

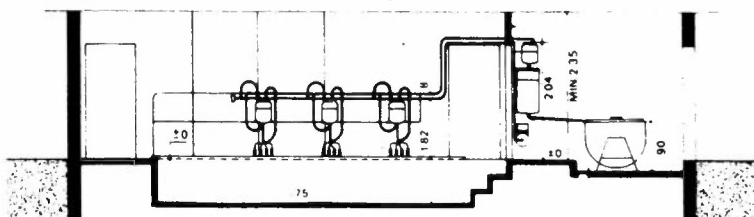


Fig. 25. Målebeholderanlegg

Målebeholderne er av glass og har en måleskala på siden. Avlesningen av melkemengden vanskeligjøres ofte av skumdannelse. Under melking strømmes melka først opp i målebeholderen, og når organet er tatt av, suges melka i en sammenhengende streng opp i melkeledningen og ut i lufttutskilleren. På noen anlegg er det en stigning på melkeledningen for å komme høyt nok i melkerommet (fig. 26). Denne transport forsvares med at melka går i en sammenhengende strøm uten luftinnblanding. I praksis kan man imidlertid ofte se melka stå i stange i slike stiger, noe som betyr en ekstra mekanisk belastning for melka.

Fig. 26. Målebeholderanlegg med stiger

Omkobling og tømning av beholderne forlenger melketiden med ca. 0,1 min pr. ku. En annen ulempe er at beholderne og det nødvendige utstyr til vask m.m. fordyrer anlegget. Fordelen er at man kan skille ut melk fra hver ku og registrere melkemengden, noe som det er av interesse for ved fellesfjøs og beitelag. Målebeholderen er med til å stabilisere vakuemet under spene, og løftehøyden er ikke så stor som i et vanlig anlegg uten målebeholder og med høytliggende melkeledning.

Målebeholderanleggene kan monteres med enkelt og med dobbelt oppsett. Enkelte firma kan også levere slike anlegg med lavtliggende melkeledning.

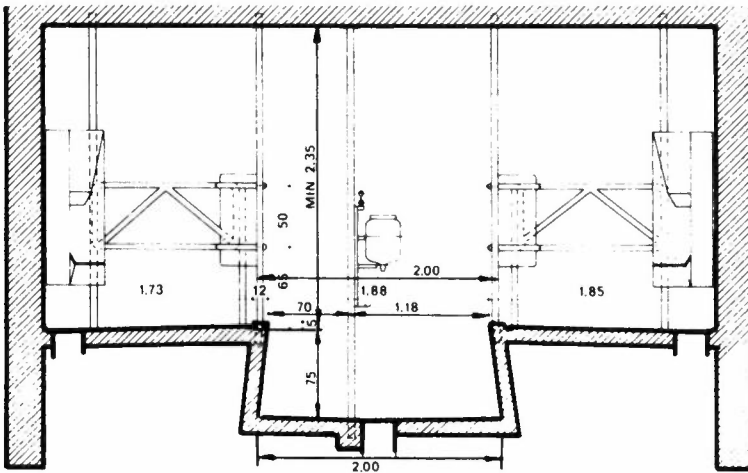
Monteringsmulighetene av melkeorgan kan sammenfattes i følgende tabell:

Alternativ	Melkeledning	Melkeorgan	Sluttenhet	Fordeler og ulemper
1	Høytliggende	enkelt oppsett	i melkerom	Enkelt og billig. melka må løftes
2	Høytliggende	enkelt oppsett	i melkegrav	Melka kan pumpes opp på ønsket nivå. Bedre kontroll med sluttenhet. Lengere melkegrav
3	Høytliggende	dobbelt oppsett	i melkerom	Mindre gåvei og lettere tilpassing av arbeidsrutinen enn ved 1 og 2. Melka må løftes
4	Høytliggende	dobbelt oppsett	i melkegrav	Fordeler som ved 2 og 3. Lengere melkegrav
5	Lavtliggende	bare mulig med dobbelt oppsett	som regel i melkegrav	Fordeler som ved 2 og 3. Bedre vakuumforhold og mer skånsom behandling av melka. Lengere melkegrav
6	Høytliggende	enkelt oppsett	i melkerom	Melkemengde fra hver ku kan skilles ut og registreres. God vakuumstabilitet. Melka må løftes.
7	Høytliggende	enkelt oppsett	i melkegrav	Fordeler som ved 6 og bedre kontroll med sluttenheten. Mulig med mindre løfting av melka. Lengere melkegrav.
8	Høytliggende	dobbelt oppsett	i melkerom	Fordeler som ved 4 og 6. Melka må løftes.

med målebeholder

Alternativ	Melkeledning	Melkeorgan	Sluttenhet	Fordeler og ulemper
9	Høytliggende	dobbelt oppsett	i melkegrav	Fordeler som ved 3 og 7. Lengere melkegrav
10	Lavtliggende	bare mulig med dobbelt oppsett	som regel i melkegrav	Fordeler som ved 5 og 6. Lengere melkegrav. Målebeholderne krever plass der røkteren skal arbeide.

### 6.3 Melkegravas utforming og utstyr (4)



Melkemaskinfirmaene har egne tegninger for melkegrava til de anlegg de leverer. Fig. 27 viser i snitt et eksempel på ei melkegrav for en fiskebenschall med to rekker og enkelt oppsett.

Fig. 27. Melkegravas utforming i snitt. Målebeholderanlegg med enkelt oppsett. Fiskebenschall.

Det er viktig at arbeidsforholdene er så gode som mulig for røkteren. Røkteren må kunne komme tett på juret i gunstig arbeidshøyde. Vi ser derfor at veggene i grava har en utforming som gir plass til røkterens ben slik at hun/han kan komme helt inn til kanten under kujuret.

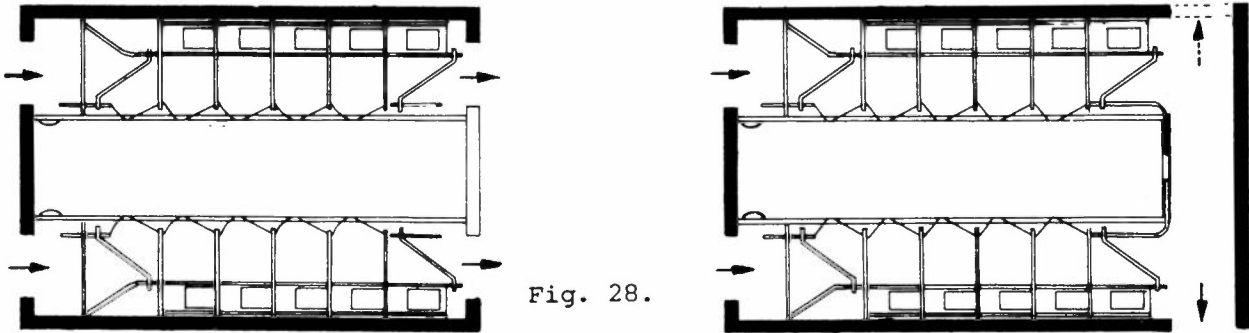
Lysarmaturen må plasseres slik at kujuret ikke kommer i et skyggeområde. Som regel har melkestallene inngangsdører inn til fjøset og porter inn til og ut fra melkeplassen. Dørene og portene må kunne betjenes fra melkegrava.

I grava bør det være kaldt- og varmtvannsopplegg og golvne under båsene og i grava skal ha fall mot sluk. De store mengder vann som går med til spyling i melkestaller gjør at elektriske installasjoner og pulsatorer blir mer utsatt for fuktighet enn i båsfjøs.

#### 6.4 Oppsamlingsplass og gjennomgang

Rettlinjet gjennomgang er best.

Foran inngangen til melkeavdelingen skal det som nevnt være en oppsamlingsplass. Derifra bør dyra om mulig kunne gå rett inn i melkeavdelingen (fig. 28). Det er alltid lettest å drive dyra i rette linjer. I praksis er det av bygningsmessige årsaker vanskelig å få til en rettlinjet gjennomgang. Tverrgangen bør da legges ved utgangen fra melkeavdelingen.



#### Forbindelsen til melkerom

##### 7.1 Montering

Det må settes av plass i melkerommet for montering av utstyr til anlegget. Spesielt viktig er dette dersom det skal monteres rørmelkingsanlegg. Planleggeren må derfor på et tidlig tidspunkt sørge for å bli orientert om hvilken type anlegg det kan bli aktuelt å montere, slik at han kan ta hensyn til dette. Da det ofte viser seg at det er vanskelig å få festet det aktuelle utstyr til vegg, særlig når det er nyttet innvendig platekledning, etc., må en sørge for at den veggplass som er avsatt til formålet gir gode muligheter for skruefester uavhengig av modulsystemer, etc.

##### 7.2. Høydeforhold

###### Spannmelkeanlegg

Ved spannmelkeanlegg blir melka tømt på gårdstanken fra maskinspann. Da det blir svært høyt å løfte spannet opp til påfyllingsstedet, kan det komme på tale å senke gulvet 50-70 cm under tanken der forholdene tillater det. Det vanligste er imidlertid å løse dette problemet ved å nytte ei lita trapp.

###### Rørmelkeanlegg

Ved utforming av melkerom og valg av gårdstank må det tas nøye hensyn til rørmelkeanleggets type og montering.

Generelt kan sies at høydeforholdene i melkerommet må avpasses slik at melka uhindret kan renne fra slutteneheten og over i gårdstanken. Dersom dette ikke er mulig, må det koples inn en melkepumpe mellom slutteneheten og tank. Ved en slik løsning er det mest økonomisk å velge en åpen tank. Likeledes er den åpne tanken å foretrekke når anlegget har melkeutsluser.

Dersom det skal bygges melkestall må det være klarlagt om slutteneheten vil bli plassert (se pkt. 6.2) i melkegrava eller i melkerommet.

Melkeledningens høyde ved innløp i melkerom bestemmes av følgende faktorer:

### 1) Høy eller lav montering

Av praktiske grunner er det mest vanlig å montere melkeledningen i 1,90 til 2 meters høyde over gulvnivå. Høydene må velges slik at røkten lett kan kople melkeslangen til og fra melkekranene og trafikken i fjøset ikke blir hindret.

Høy montering av melkeledningen har som nevnt den ulempe at vakuumnivået under spenespissene vil avta med stigende løftehøyde (se pkt. 5.2).

Et høyere og mer stabilt vakuum under spenene oppnås ved lav montering av melkeledningen. I eldre driftsbygninger vil denne form for montering vanligvis fordyre anlegget fordi melkeledningen må legges ned i gulvet eller overbygges med bro i gangbanene.

Grop for sluttenhet og melkepumpe under gulvnivå i melkerom er nødvendig i de fleste fjøs hvor lav melkeledning skal monteres. Dette vil også påføre anlegget større bygningsmessige omkostninger.

### 2) Melkeledningens fall inn mot melkerommet

Melkeledningen monteres med fall fra et valgt punkt ca. midt i fjøset til sluttenheten i melkerommet (se pkt. 5.3). Stigninger i melkas strømningsretning tolereres ikke.

### 3) Melkeledningens lengde

Ved lengere rundløp enn 100 m kan det komme på tale å bruke to eller flere luftutskillere. Melkerommet må i slike tilfelle utformes med tanke på å kunne plassere mer enn en luftutskiller.

### 4) Vakuummelketank eller åpen melketank

Der det brukes vakuummelketank kan melketanken inngå i vakuumsystemet, og utstyr for å overføre melka til atmosfæreluft er overflødig. Slikt utstyr (nivåstyrt melkepumpe eller melkeutsluser) må vi bruke når vi har åpen melketank. Valget av melketank må derfor ses i sammenheng med melkeanlegget.

Høyden mellom melkeledningens innløp i melkerommet og gårdstankens påfyllingsstuss bestemmer hvilke system som kan anvendes for å få melka fra melkeledning til gårdstank.

I figurene 6 til 12 er det skjematisk vist noen system for forbindelse mellom rørmelkeanlegg og gårdstank.

Høydeforholdene i melkerom generelt er vist på fig. 28.

$H_1$  = melkeledningens høyde over fjøsgulv ved innløp i melkerom. Bestemmes av ønskelig fri høyde under ledning i fjøs og av fallprosenten.

$H_2$  = sluttenhetens byggehøyde. Bestemmes av valgte melkemaskinfabrikat. (Verdi fra melkemaskinfirma).

$H_3$  = fallhøyde fra sluttenhet til gårdstankens påfyllingsstuss.

$H_M$  = høyden fra gulv til øverste kant av gårdstankens påfyllingsstuss. Bestemmes av valgte tanktype. (Verdi fra meieriet).

$H$  = fjøsgulvets høyde over gulvnivået under gårdstanken.

$$H = H_2 + H_3 + H_M - H_1$$

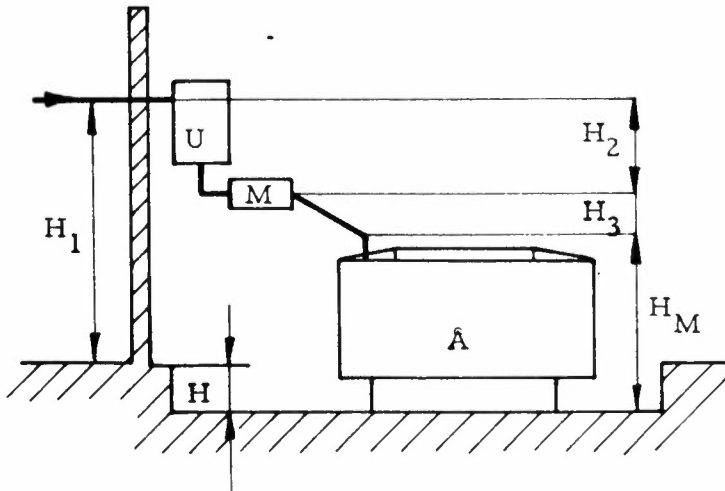


Fig. 28

Høydeforhold i melkerom generelt. Nivåforskjell mellom fjøsgulv og gulv under tank.

$$H = H_2 + H_3 + H_M - H_1$$

- |                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| V = Vakuummelketank | P = Melkepumpe  |
| Å = Åpen melketank  | VP = Vaskepumpe |
| U = Luftutskiller   |                 |
| M = Melkeutsluser   |                 |

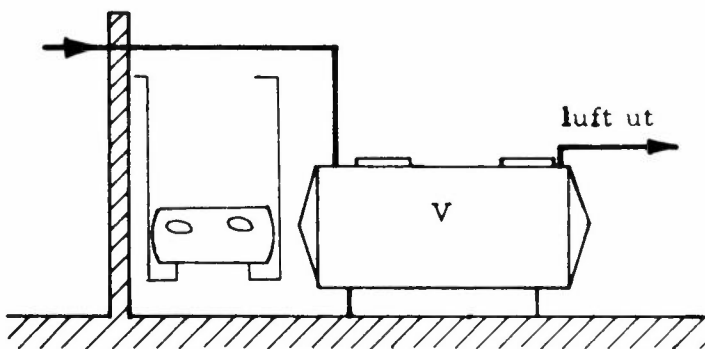


Fig. 29.

Melkeledning koblet direkte til melkevakuamtank. God utnyttelse av vakuamtanken som luftutskiller og til stabilisering av vakuomet. Eget vaskepanel med samletank for vaskevann.

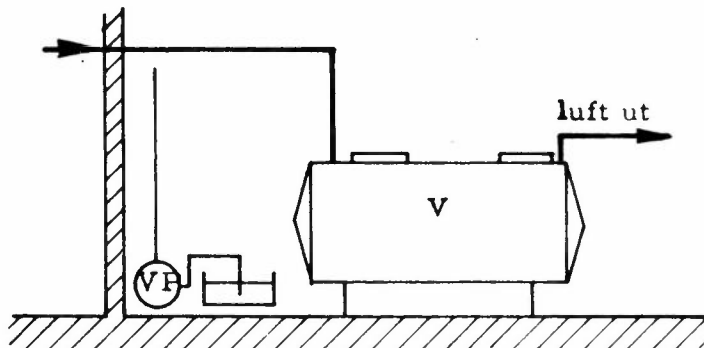


Fig. 30

Melkeledning koplet direkte til vakuamtank. Melketankens vaskepumpe brukes til vask av melkeledning. Lite brukt løsning

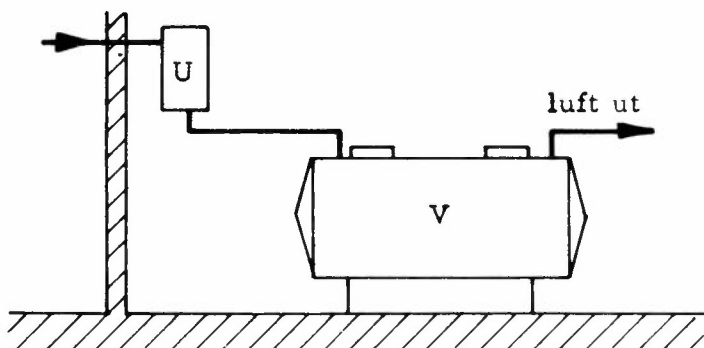


Fig. 31

God utnyttelse av vakuamtanken. Luftutskiller til oppsamling av vaskevann. Eget utstyr for vask (f.eks. spyle pulsator).

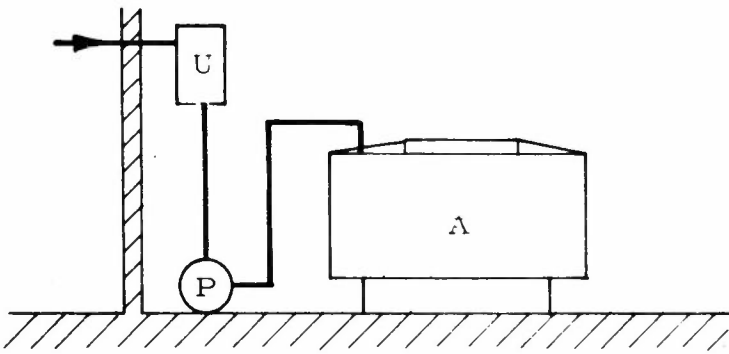


Fig. 32

God løsning. Høyden på melkeledning uavhengig av melketankhøyde, da melka pumpes opp i tanken.

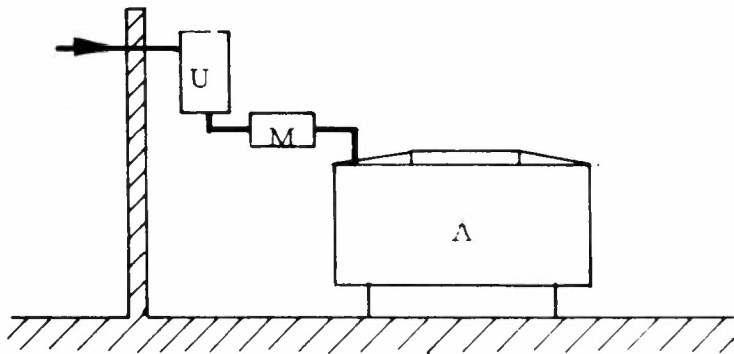


Fig. 33

God løsning. Krever stor høyde på melkeledning for å oppnå fall fra melkeutsluser til melketank.

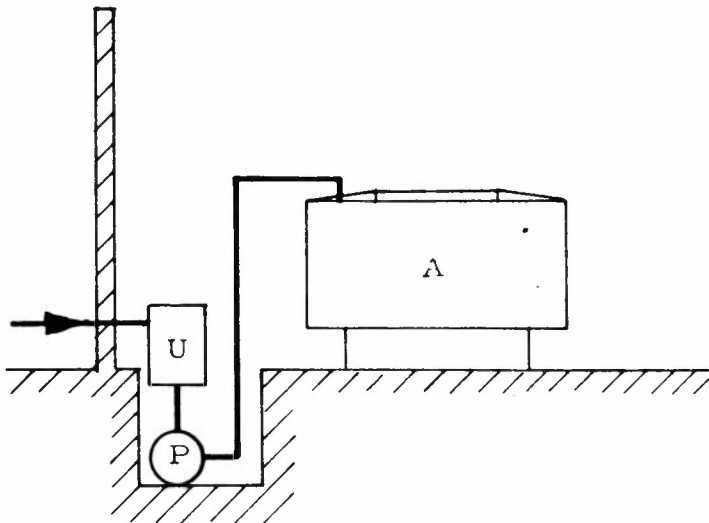


Fig. 34

Lav melkeledning. Grop for melkepumpe eller nedsenket gulvnivå under melketank nødvendig.

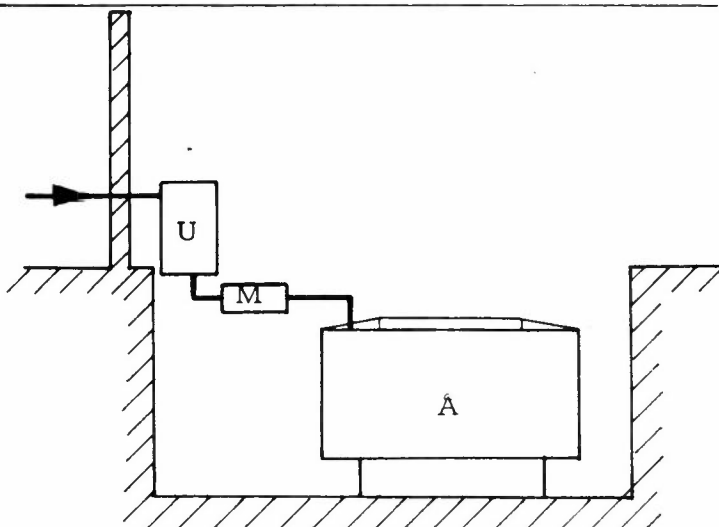


Fig. 35

Lav melkeledning. Nedsenket gulvnivå under melketank nødvendig. I dette tilfelle kan det også brukes vakuumentank og løsninger som vist på figurene 29, 30 og 31.

### 8. VAKUUMVENTILEN

Av flere grunner er det viktig å opprettholde et stabilt vakuum i melkemas-  
kinanlegget. For det første tror en at et vakuum høyere enn 38-39 cm Hg vil  
gjøre kua mer disponert for jurbetennelse. Vakuum høyere enn dette nivå har  
i forsøk gitt hurtigere melking, men i praksis forsterkes spenekoppens tendens  
til å krype opp, noe som reduserer utmelkingshastigheten. Det eneste kua merker  
til maskinen er de forholdene den gir henne omkring spenene. Forsøk har vist  
at uregelmessige vakuumvariasjoner er uheldige. Når det melkes med flere organ  
vil det i løpet av melkingen bli sluppet inn tildels store mengder luft ved  
skifting av organ. Dersom vakuumventilen arbeider dårlig, vil dette resultere  
i vakuumfall og store vakuumsvingninger med utsving på 5-10 cm Hg. Anleggets  
evne til å bringe vakuomet opp på det riktige nivå etter et luftinnslipp er av-  
hengig av pumpekapasiteten og ventilens egenskaper. Pumpekapasiteten er den  
begrensende faktor, men det er viktig å være klar over at ventilen er med til  
å bestemme hvor hurtig luft som kommer inn i anlegget, blir sugd ut igjen.

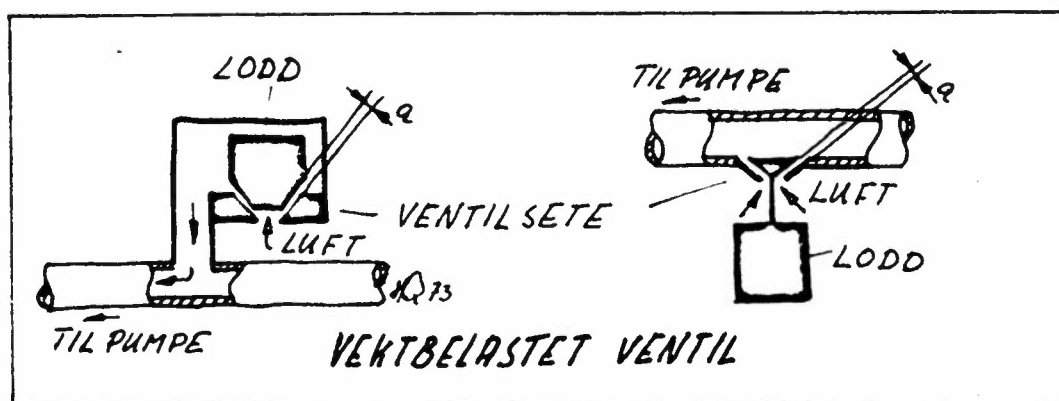
#### 8.1 Konstruksjon.

Ventilen har til oppgave å regulere et luftinnslipp i anlegget  
slik at vakuomet holdes innenfor et bestemt område, f.eks. mellom 37 og 39 cm Hg.  
Stor åpning (se a i fig. nedenfor) i ventilen gir stort luftinnslipp og liten  
åpning gir lite luftinnslipp.

Ventilen må derfor

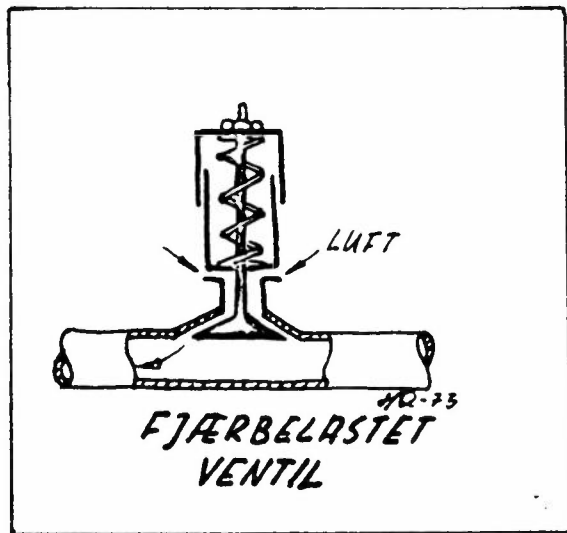
- redusere åpningen ved økende belastning,
- forstørre åpningen ved synkende belastning.

Den mest brukte vakuumventilen er vektbelastet og er enten stående eller  
hengende (se figur).





Når vakuomet inne i anlegget blir høyt nok, vil ventilleget med lodd bli løftet opp, og luft strømmes inn gjennom spalten a. Ulempen ved de vektbelastede ventilene er at de må monteres nøyaktig for å fungere tilfredsstillende. Til transportable anlegg blir det derfor mye brukt fjærbelastede ventiler, som arbeider like godt i alle stillinger. Ved disse må suget i an-



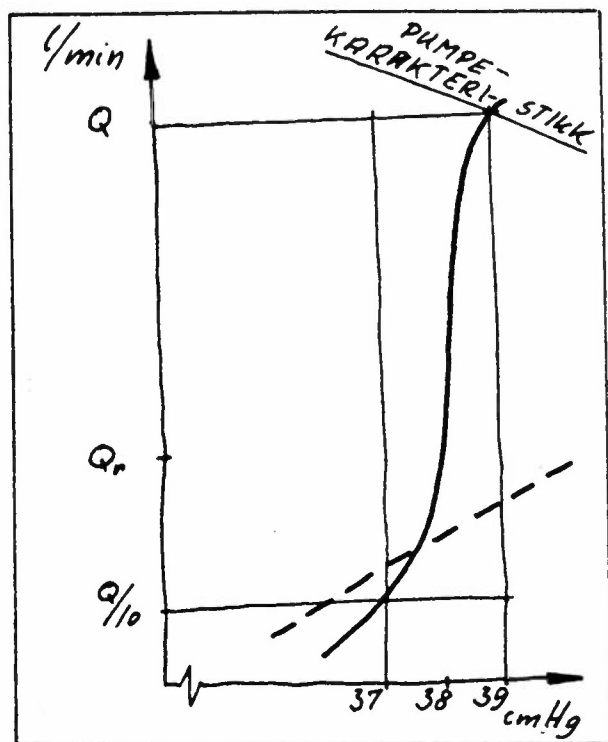
legget overvinne fjærkraften for å åpne ventilen. Kraften som skal til for å trykke sammen fjæra øker med økende åpning. Dette gjør at vakuomet lett kan bli for høyt når store luftmengder går igjennom ventilen. En annen ulempe er at fjærspenningen forandres med tida. Eldre ventiler av denne konstruksjon er derfor uegnet til bruk i melkemaskeanlegg. Idag tilbys det imidlertid en ny type fjærbelastet ventil som oppfyller de gjeldende krav til vakuumentiler.

### 8.2 Funksjon

Det foreligger nå helt bestemte retningslinjer for vakuumentilens funksjon. Ventilen skal kunne stabilisere vakuomet slik at svingninger som oppstår ved varierende luftgjennomstrømning innenfor ventilens arbeidsområde begrenses til 2 cm Hg. Ventilen bør arbeide effektivt innenfor et område som svarer til 10-100 % av den kapasiteten (1 luft/min) som kan måles på ventilstussen. 100 % vil si at ventilen må slippe inn all den luft pumpe kan suge inn gjennom ventilstussen. Ventilens følsomhet uttrykkes ved ventilkarakteristikken (se figur).

Karakteristikken vist på figuren på neste side er f.eks. for et anlegg med et vakuumnivå på 38 cm Hg. Når anlegget er ubelastet vil pumpe suge en luftstrøm  $Q$  gjennom ventilen ved et vakuum på 39 cm. Belastes anlegget så mye at ventilen bare slipper inn en luftstrøm lik  $Q/10$  skal ikke vakuomet falle mer enn 2 cm dvs. til 37 cm Hg.

Vanlige ventiler trenger en viss minsteluftgjennomstrømning for å kunne gi en slik karakteristik. Denne gjennomstrømning kalles ventilens reserve og skal være 1/10 av pumpekapasiteten eller minst 35 l/min, dvs. pumpe må ha så stor kapasitet at det alltid blir en "luftpute" som ventilkjeglen kan sveve på.



Et anleggs reservekapasitet  $Q_r$  (fig.) er den luftmengde som går igjennom ventilen når anlegget er belastet. Dersom kravet til en "luftpute" er  $Q/10$  vil den effektive reserve i anlegget være  $Q_r - Q/10$ . Den stiplede linje viser karakteristikken for en eldre dårlig vakuumentil. Kurven viser at ventilen krever en forholdsvis stor luftgjennomstrømning for å gi et vakuum på 37 cm Hg, og at vakuomet fort stiger over 39 cm Hg når luftgjennomstrømningen øker. Ventilen har med andre ord en meget liten kapasitet, og kan f.eks. bare brukes til et spannanlegg med et organ.

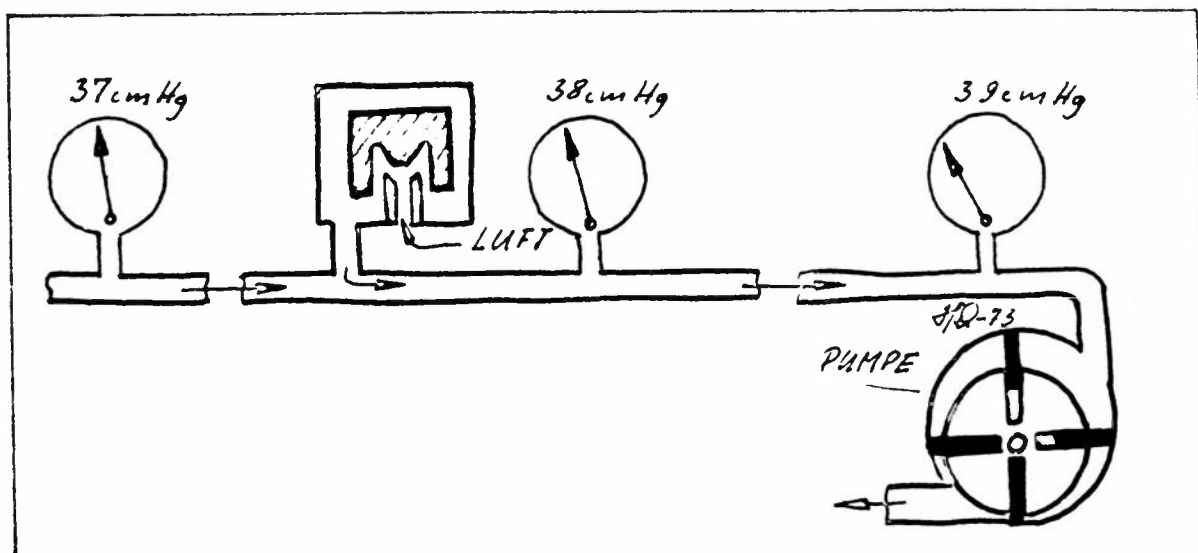
Åpningsarealet og ventilkjegglens utforming er bestemmende for ventilens kapasitet, og ved nyere ventiler er arealet gjort større samtidig med at ventilkjegglens og ventilsetet har fått en aerodynamisk riktigere form.

Vakuumsvingninger som oppstår ved plutselige endringer av luftgjennomstrømningen innenfor arbeidsområdet, skal ventilen kunne dempe i løpet av 3 sekunder. Noen ventiltyper er utstyrt med dempningsringer eller -fjærer for å dempe vakuumsvingninger ved luftinnslipp i anlegget. Danske undersøkelser tyder imidlertid på at slike ringer eller fjærer har liten virkning og at det kunne oppnås bedre resultat uten fjærer.

### 8.3 Montering

For såvel rørmelkings- som spannmelkingsanlegg bør vakuumentilen monteres slik at ingen vakuumentil eller melkekran får høyere vakuum enn det som rår ved ventilen.

Det vil under drift alltid strømme luft gjennom ventilen (se fig.). Denne lufta blir transportert i retning av vakuumpumpa. Da det alltid vil være friksjons- og strømmingstap i rørene vil en måle et høyere vakuum i røret desto nærmere en kommer vakuumpumpa. Dette må en ta hensyn til ved montering av ventilen slik at forbindelsen til kranledningen ved spannanlegg og til luftavskilleren ved rørmelkingsanlegg er på et sted der vakuomet ikke kan bli høyere enn ved ventilen. En gunstig plassering er på vakuumentanken.



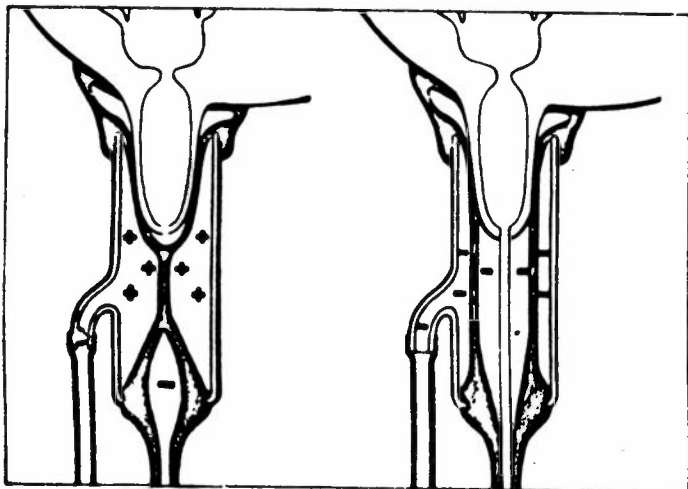
På noen anlegg er det blitt montert en vakuumentil på enden eller midt på melkeledningen for å få en hurtig og effektiv transport av melka. Det er en meget uheldig løsning da store mengder luft vil bli pisket inn i melka. En slik behandling vil kunne føre til kvalitetsfeil på melka og større vakuumsvingninger i anlegget.

En ventil virker som en støvsuger, og lufta omkring ventilen bør være så ren som mulig. Kraftfor i lufta vil f.eks. lett suges inn og forhøye friksjonen mellom de bevegelige delene i ventilen. Den bør derfor renses med jevne mellomrom.

## 9. PULSERINGSSTEM

Vekslingen mellom vakuum og luft under atmosfæretrykk i rommet mellom spenegummi og spenekoppen (dvs. i pulseringskammeret) utføres ved hjelp av en pulsator.

Fra pulsatoren går det en dobbelt slange til spenekopporganet hvor et forgreiningsrør forbinder to og to spenekopper til hver av de to slangene. Når pulsatoren arbeider vil det herske vekselvis vakuum og atmosfæretrykk i de to niplene som forbinder pulsator og pulseringsslange.

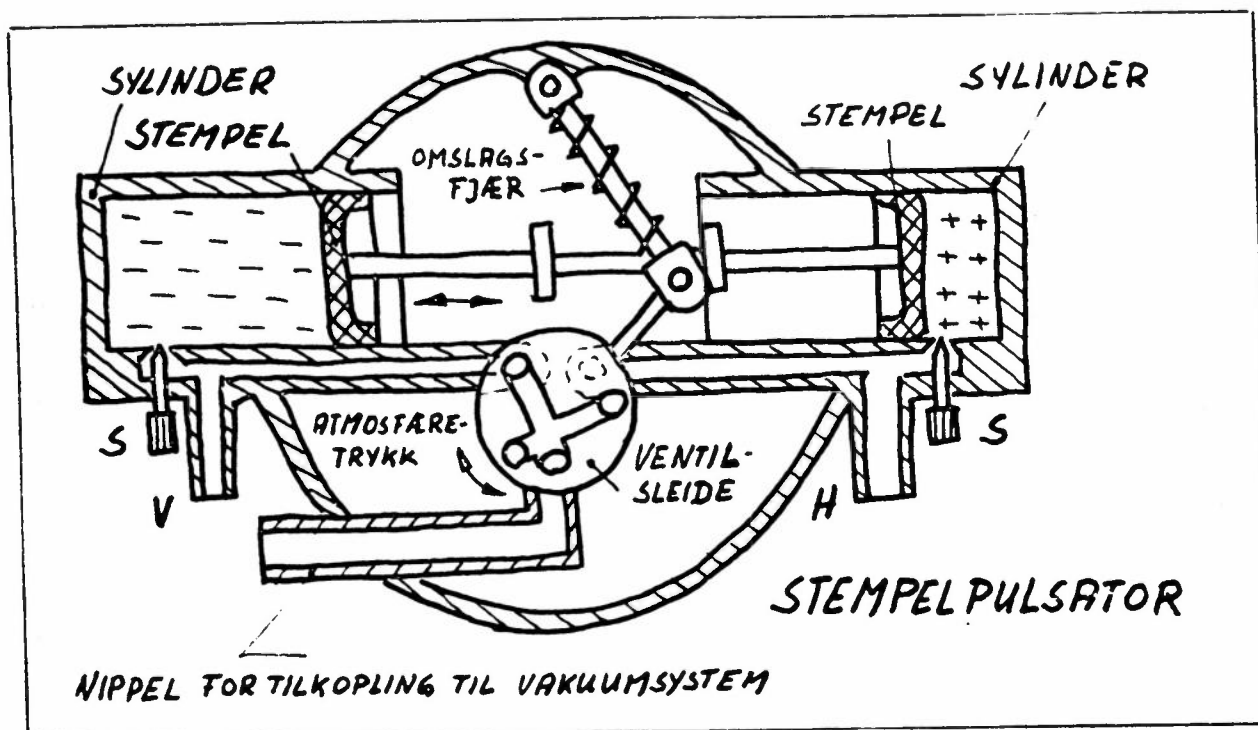


På illustrasjonene angir vi atmosfæretrykk med + og vakuum med -. Inne i spenegummiets hulrom hersker det vakuum under melking. Når det slippes luft under atmosfæretrykk inn i pulseringskammeret (+) vil spenegummi suges sammen omkring spenen og massere den (massasjefase). Når luften suges ut igjen av pulseringskammeret (-) trekkes spenegummi ut fra spenen, og suge - også kalt melkefasen innledes.

### 9.1 Pulsatorer

Vanlige pulsatorer her i landet har vært: stempelpulsatorer, membranpulsatorer, elektrisk styrte pulsatorer, og i de senere år en vidreutviklet stempelpulsator der stemplene er erstattet med gummimembraner. Vi kan kalle den vakuumstyrt to-kammerpulsator.

a) Stempelpulsatoren.



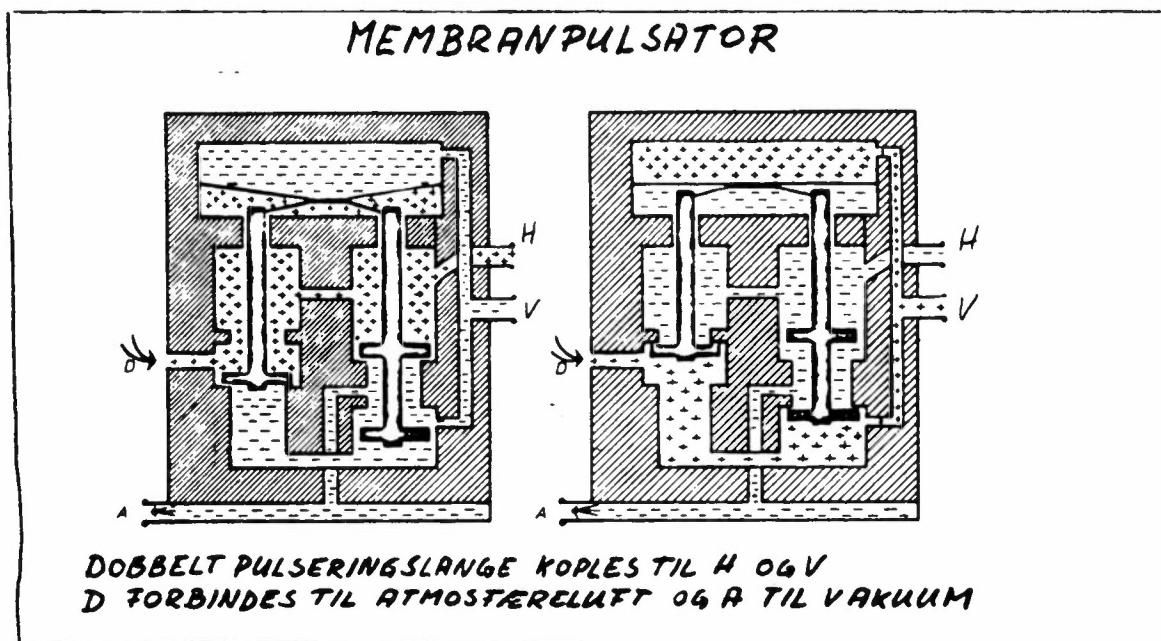
H og V er nipler som er tilsluttet den dobbelte pulseringssslange. På bildet hersker det vakuum i den venstre nippel V og i venstre sylinder som på bildet er forbundet til vakuumsystemet via en justeringsskrue S. Lufta i venstre sylinder vil suges ut samtidig som det slippes luft inn i høyre sylinder, og det vil virke en kraft på stemplene og stempelstanga mot venstre. Når denne krafta overvinner fjærkrafta i omslagsfjæra vil stempelstanga og fjærstanga slå over til venstre. Da ventilsliden er forbundet til fjærstanga vil den også bli dreid mot venstre og sørge for at høyre nippel H blir tilsluttet vakuumsystemet, mens venstre nippel blir tilsluttet atmosfæretrykket. Det beskrevne forløpet gjentar seg på høyre side.

Stemplene vil på denne måte bevege seg fram og tilbake. Frekvensen eller den såkalte pulseringshastigheten blir bestemt av åpningene inn til sylindrene. Denne åpning kan stilles inn med en justeringsskrue S. Store åpninger tillater stor luftgjennomstrømning, og pulsatoren går hurtig. Mindre åpning fører til at pulsatoren går langsommere.

Stempelpulsatoren lages ikke mer. Grunnen til det er flere: 1. tung og stor i omfang, 2. mange bevegelige deler, 3. tetningsproblemer mellom stempler og sylindervegg (lærpakninger vil forandre tetningsegenskapene ved vekslende temperatur- og fuktighetsforhold.)

b) Membranpulsatoren.

I membranpulsatoren er stemplene erstattet med en gummimembran slik at det ikke kan oppstå de tetningsproblemer man kan få i en stempelpulsator. Membranen kan løfte en eller to ventilspindler opp og ned. Ventilene vil da vekselvis kople niplene H og V til vakuum (A) og luft under atmosfæretrykk (D). Rommet over membranen vil også vekselvis bli forbundet til vakuum og atmosfæreluft.

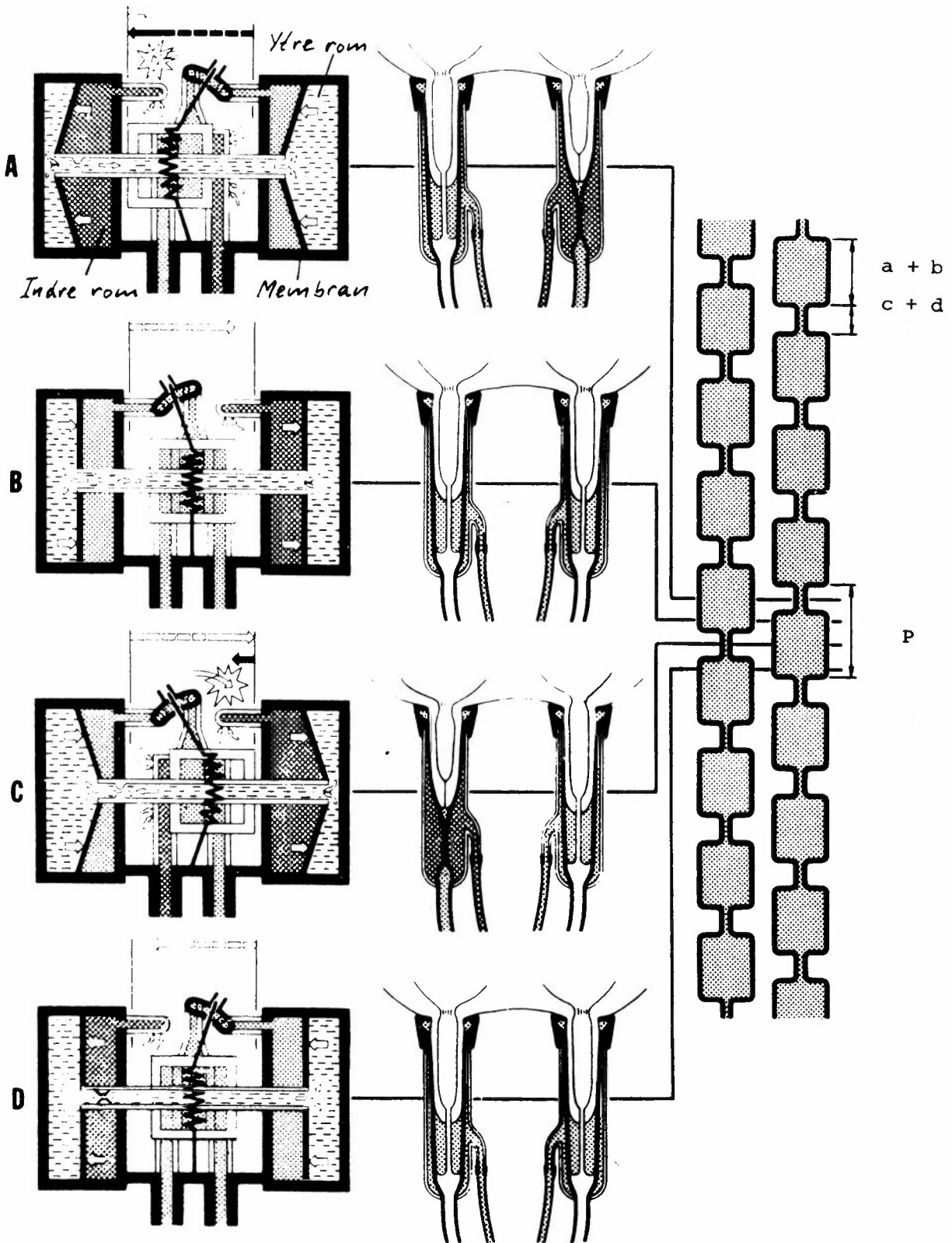


Vekslingen besørgeres av høyre ventil. I kanalen til rommet over membranen er det ofte anbragt en nåleventil som kan regulere luftstrømmen i kanalen og dermed pulsatorens pulseringshastighet.

Membranpulsatoren har fått stor utbredelse og er fremdeles i produksjon.

c) To-kammerpulsator.

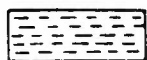
Dette er en vidreutvikling av stempelpulsatoren. Sylinderne er erstattet av to kammer og stemplene av to gummimembraner som er fast forbundet med hverandre med et rør (se figur neste side). På yttersiden av membranene er rommene fylt med væske eller luft. Væske brukes i Alfa Laval's hydropulsator og luft brukes i to-kammerpulsatorene fra Manus, Effectiv og Stranko. De to rommene på innersiden av membranene forbindes vekselvis med vakuum og atmosfæreluft. Mediet som finnes i de ytre rom vil da vekselvis bli presset gjennom røret fra det ene rom til det andre rom. Røret vil utføre en frem- og tilbakebevegelse med en hastighet som blir bestemt av tverrsnittet i røret. Pulsatorer av denne type har alle et bestemt tverrsnitt som ikke lar seg regulere, dvs. pulseringshastigheten er fast innstilt. Rørets bevegelse blir overført til en omkaster-



Vakuum



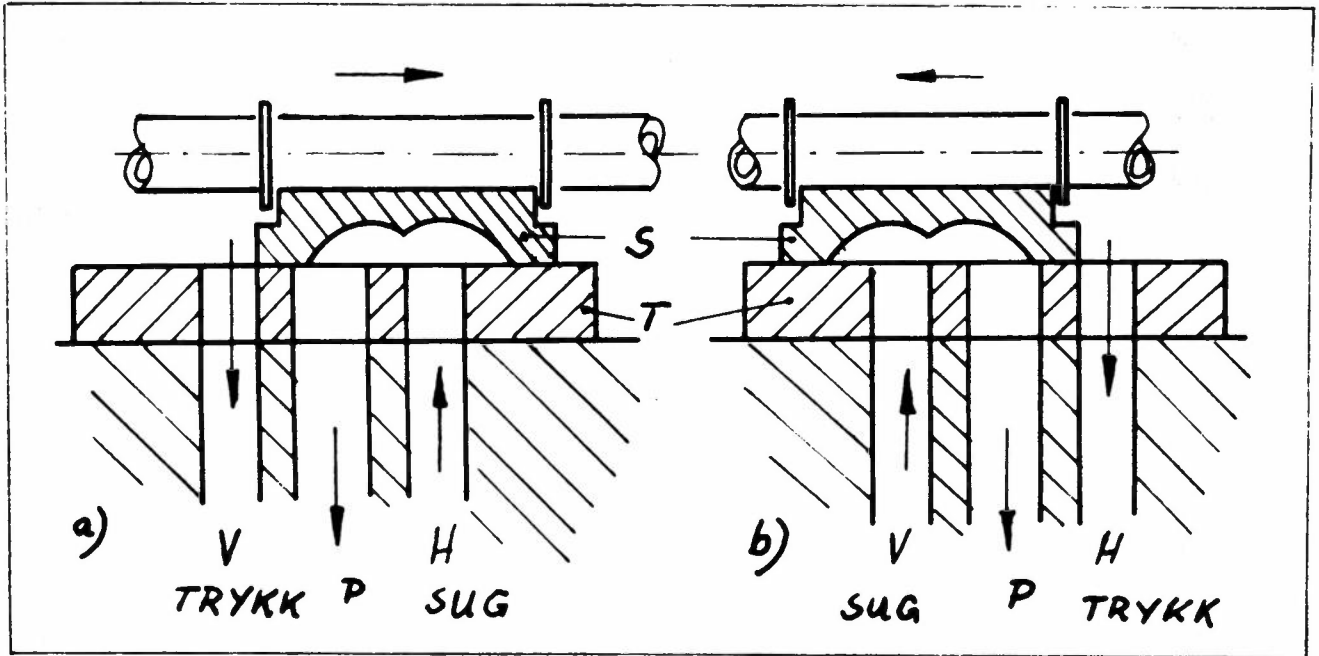
Luft ved atm. trykk



Væske

ventil som sørger for vekslingen mellom vakuum og atmosfæretrykk i de indre rom hver gang røret når en ytterstilling.

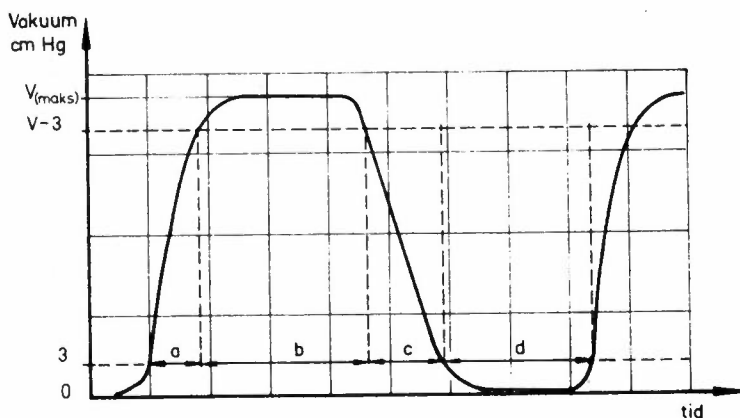
Røret er fast forbundet med en sleide-ventil som glir på en ventilplate T med 3 åpninger V, P og H. V og H blir forbundet med den dobbelte pulserings-slangen, og P står i forbindelse med vakuumsystemet.



Når røret beveger seg fram og tilbake vil H og V vekselvis bli forbundet med vakuum og atmosfæretrykk via sleiden S. Sleidens stilling på skisse a) vil føre til massasje på venstre side og melking på høyre side. Stilling b) fører til massasje på høyre side og melking på venstre side. Massasjefasens og melkefasens lengden blir bestemt av målene på åpningene i ventilplata.

## 9.2 Pulsagram

Vakuumforløpet i pulseringskammeret omkring spenegummiet kan illustreres i et såkalt pulsagram som viser vakuomet som en funksjon av tida. Pulsagrafen er et skrivende instrument som kan registrere vakuomet i form av et pulsagram.



Når sugefasens lengde  $a + b$  er lengre enn massasjefasens (trykkfase) lengde  $c + d$  sier vi at pulsatoren er ulikefaset. Sugefasens lengde i prosent av en hel periode  $P = a + b + c + d$  kalles sugeforholdet. Er f.eks. sugeforholdet 60 % betyr det at



$$\frac{a + b}{P} \cdot 100 \% = 60 \%$$

og pulsatoren er ulikefaset. En pulsator med sugeforholdet 50 % betegnes som likefaset.

En ulikefaset pulsator gir som regel en hurtigere utmelking enn en likefaset pulsator. Erfaringer tyder imidlertid på at ulikefaset pulsering betyr en hardere belastning for jur og spener ved tomgangsmelking.

Åpningsavsnittet a og lukningsavsnittet b kan også uttrykkes i prosent av en periode P. Avsnittet c uttrykker hvor hurtig spenegummi lukker omkring spenen. c kan forlenges ved å strupe luftinnslipet til pulseringskammeret. Dette gjøres ved Effectivs Soft-pulsator og kalles "soft"-pulsering.

Det er imidlertid ingen som kan si nøyaktig hvordan et pulsagram skal se ut. Volumene i slanger og hulrom er med til å bestemme hvor lange avsnittene a og c skal være og hvordan avrundingene på pulsagrammet vil se ut.

Vanligvis melkes vekselvis høyre og venstre side av juret. Forat ikke den ene jurhalvdel skal bli hurtigere tømt enn den andre må sugefasene på begge sider være like lange. Hvis dette ikke er tilfellet, sier vi at pulsatoren halter. Hvor mye en pulsator halter kan uttrykkes ved haltingsforholdet:

$$\frac{[(a_1 + b_1) - (a_2 + b_2)] \cdot 100}{P} \quad [ \% ]$$





























der  $a_1 + b_1$  er sugefasen på den ene jurhalvdel og  $a_2 + b_2$  sugefasen på den andre jurhalvdel.

Haltingsforholdet uttrykkes i prosent. For stor halting (over 4 %) regnes for uheldig da den ene side av juret vil bli utsatt for tomgangsmelking.

Pulsatorens pulseringshastighet H angis i antall pulseringer pr. minutt  $H = \frac{60}{P}$  (dobbeltslag). P er en hel periode. Noen pulsatorer har som nevnt regulerbar pulseringshastighet, som må stilles inn på en verdi oppgitt fra fabrikk.

10. Symboler.

Ved planlegging av melkemaskinanleggets montering vil det være praktisk å kunne bruke enkle symboler for komponentene i anlegget. Det er ennå ikke foreslått symboler for melkemaskinanlegg på internasjonalt plan, og man finner derfor forskjellige symboler i bruk. SHS (Svensk Husdjur Skjøtsel) og Alfa Laval har i liten utstrekning brukt spesielle melkemaskinsymboler, mens man i Tyskland (DIN) har brukt symboler fra pneumatikken. Disse symbolene samt norsk standard NS for noen komponenter i pneumatikken som "har" likhet med melkemaskinkomponentene er gjenngitt i tabellen nedenfor. Tabellen er langt fra fullstendig.

SHS	Alfa-Laval	NS 1422	DIN 24300	
				Vakuumpumpe
				Vakuumledning
				Vakuumtank, trykktank
				Vakuumventil, trykkbegrensningsv.
				Vakuummeter, manometer
				Melkeledning med melkekran
				Luftutskiller
				Avtagbart rør
				Nedfellbar bølge
				Dreneringspunkt
				Tilknytningspunkt i ledning
				Kryssende ledning, ikke sammenkoblet
				Tilbakeslagsventil
				Elektrisk motor
				Automatisk drenering
				Volumstrømmåler
				Vakuumkran (melkekran)
				Pulsator

