

MASKINER OG ARBEIDSMETODER I SAMBAND MED ENSILERING AV GRAS.

Forelesning holdt for studenter ved NLH
vinteren 1963 - 64.

Av vit. ass. Oluf Berentsen.

1. Ensilering.

Gras kan ensileres friskt (direktehøsting), med 75 - 80 % vanninnhold, helt, revet eller hakket, med eller uten tilsetningsmidler. Det vi da får kan kalles vanlig våtensilasje. Men graset kan også visnetørkes ned til 60 - 70 % vanninnhold før det ensileres. Vi får da ensilasje av svakt fortørket materiale, også kalt fortørket ensilasje ("wilted silage"). Imidlertid kan engmaterialet også fortørkes videre, helt ned til 35 % vanninnhold, før det ensileres. Ensilasje med 35 - 60 % vanninnhold, vanligvis ca. 50 %, kalles tørrensilasje eller høyensilasje (i USA "haylage", eller "low moisture silage"). Tørrensilasje krever finhakking, lufttette siloer og helst mekanisert fylling og tømning av siloene, og skiller seg således ut fra alminnelig ensilasje laget av friskt eller vanlig (svakt) fortørket materiale.

2. Førhøstere.

21. Definisjon, typeinndeling.

Førhøstere er maskiner som slår eller samler opp allerede slått forgrøde, river eller hakker den og leverer den derved fremkomne masse i vogn eller tilhenger. Fremdeles brukes på mange gårder slått med slåmaskin og hjemkjøring av helt gras med "silosvans". Men ved bruk av førhøster og tilhengere får en større lass og et materiale som er mye lettere å ta igjen ved siloen, og som pakker seg godt i siloen. Førhøsterne overtar derfor mer og mer av arbeidet.

Fôr høsterne kan inndeles i typer alt etter arten av den behandling som de gir materialet. Vi får da tre typer:

- I. Direktekastende slegel-fôr høstere.
- II. Dobbelthakkende slegel-fôr høstere.
- III. Eksakthakkende fôr høstere.

Maskiner av type I leverer revet materiale med trevlelengder mellom 5 og 25 cm for mestedelen av materialet. Masse av slikt materiale pakker seg bra, men er nokså sammenhengende. Maskiner av type II leverer revet materiale som tillegg er hakket i forskjellige lengder, slik at hakklengden ligger under ca. 8 cm (3") for mesteparten av materialet. Maskiner av type III leverer rent hakket materiale med hakklengde etter ønske. Den teoretiske kuttelengde kan innstilles mellom 1 og 6 cm eller mellom 1 og 10 cm for noen maskiner, og mellom 2, 5 og 15 cm for andre. Den virkelige hakklengde blir omtrent dobbelt så stor som den teoretiske kuttelengde man kan regne seg til av matehastighet etc.

Imidlertid finnes også mellomformer, idet en dobbelthakkende slegel-fôr høster kan ha presisjonsmating, og dermed blir en eksakthakkende fôr høster (Taarup DCE 1500). Det finnes også slegel-fôr høster med separat kastevifte, men uten dobbelthakking (LTI frontmonterte). Det har endelig forekommet direktekastende fôr høstere med to horisontale skiver med kniver og skovler, uten slegelvalse. Disse siste leverer et lite revet materiale. Det har også vært brukt slåtteleessere, som har vanlig slåtteapparat og elevator, og leverer helt, ubehandlet materiale i vogn eller tilhenger. Disse kommer ikke inn under definisjonen av fôr høstere.

Ved nærmere betraktning må fôr høsterne inndeles i typer etter konstruksjonen. Alle fôr høstere må ha et organ for slått eller oppsamling. Videre må det finnes et organ for innføring eller mating, et organ for haking og/eller riving, og et organ for transport. Noen maskiner har fire separate organer til å ta seg av hver av disse fire funksjoner, mens andre har organer som hvert utfører to eller opptil tre funksjoner samtidig. Ved direktekastende slegel-fôr høstere utføres både slått, riving og transport av ett og samme organ, og matefunksjonen innen maskinen faller dermed bort.

Fôr høsterne kan først og fremst inndeles i typer etter konstruksjonen av slåtte- eller oppsamle-organ. Ifølge en slik inndeling får vi 4 typer:

1. Fôr høstere med slåtteapparat (slåmaskinkniv).
2. Fôr høstere med pick-up-vals.
3. Fôr høstere med horisontalt roterende knivskiver.
4. Fôr høstere med slegel-valse.

Fôrhøsterne kan også inndeles i typer etter konstruksjonen av rive- eller hakkeorganet. Ifølge en slik inndeling får vi 5 typer:

- a. Fôrhøstere med knivhjul.
- b. Fôrhøstere med knivsyylinder.
- c. Fôrhøstere med knivvifte.
- d. Fôrhøstere med rivevifte (Buens "Silorator").
- e. Fôrhøstere med slegel-valse.

Disse typer av maskinorganer kan kombineres på forskjellig vis. Vanligvis kombineres 1 og 2 med a, b og c. 3 er blitt kombinert med b, d og e. Kombinasjonen 3 e representeres av Brenderup's "Rotor-Plan". 4 er blitt kombinert med a og b og inngår i e. Vi får således 12 mer eller mindre vanlige kombinasjoner.

Den vanligste tilkobling til traktor er i Norge sidemontering, men mange av maskinene kan også frontmonteres eller slepes, enten slept sideforskutt ("trailed off-set") eller slept rett bak ("trailed in-line"). Hvis vi da også tar med tilkoblingsmåten i typeinndelingene, blir det selvsagt enda mange flere kombinasjoner.

Det vil føre for langt å beskrive alle de typer av fôrhøstere som fremkommer av de forskjellige kombinasjoner av typer av maskinorganer som er nevnt ovenfor. Det er derfor bedre kort å beskrive de forskjellige organer hver for seg.

22. De enkelte organer.

221. Innføringsorganer.

Innføringsorganet utgjøres av flere eller færre deler. Det enkleste er en enkelt, tagget vals som roterer i et sylinderformet trau og trykker på grasstrengen som den fører med under seg og leverer direkte inn mot en knivsyylinder, over et motstål for knivsyylinderen. Men oftest består innføringsorganet av en underliggende belte-transportør og to overliggende trykkvalser. Foran disse er det ofte en eller to tverrliggende skruer som gjør grasstrengen passe smal. Foran disse skruene finnes endelig en vinde som stryker graset over knivbjelken og inn i trauet for skruene. Slik vinde trenges ikke når det brukes pick-up-vals.

Ovenfor nevnte eksempler på innføringsorganer gir tvangs- eller presisjonsmating, og således eksakthakking. De såkalte dobbelthakkende fôrhøstere har som regel mating ved en skruetransportør, uten trykkvals over grasstrengen. Graset blir da revet med inn i knivhjulet mer ujevnt, og en oppnår ikke eksakthakking.

222. Cppsamle- og sl tteorganer.

Sl tte- eller skj ereorganet kan være et vanlig slåtteapparat, dvs. en knivbjelke med fram- og tilbakegående kniv av vanlig sl maskintype.

For allerede slått (og fortørket) materiale brukes en pick-up-vals. Virkemåten for denne antas   være kjent fra andre maskiner.

Horisontalt roterende knivskiver kan både slå stående gr de og ta opp allerede slått materiale. Organet består av to plater med f.eks. fire kniver på hver. Knivene beveger seg i et tilnærmet horisontalt plan. Skivene roterer mot hverandre, med senteravstand såvidt litt større enn knivskivediameteren. Materiale som kommer i berøring med knivene slås sammen mot midten og kastes bakover. Periferihastigheten er ca. 45 m/s.

Slegel-valsens kan også både slå stående gr de og ta opp allerede slått materiale. Den har hengslede, frittsvingende slegler eller slagstål som beveger seg i vertikale plan. Det finnes to typer slagstål. Direktekastende maskiner har meiselformede, foroverkrummede slegler som har bredsidens på tvers av bevegelsesretningen, med tverregg i enden. Slike slegler har stor kasteevne. Maskiner med ekstra kastevifte, med eller uten mate- og hakke- eller riveorganer, har knivformede slagstål med bredsidens parallelt med bevegelsesretningen, og eggen på fremre langsides. Disse knivsleglene er vinkelb yd sideveis for   kunne kutte stående gras, og har liten kasteevne og gir liten lufthvirvling. Derved brukes mindre energi til sl tteoperasjonen.

Slegel-valsens hakkefunksjon skal omtales senere. Periferihastigheten på sleglene ligger mellom 35 og 45 m/s, alt etter hvilket materiale som skal slås til hvilket formål.

223. Rive- og hakkeorganer.

Bruk av kniver og motstål gir hakking ("chopping") mens bruk av rivevifte eller slegel-valse gir riving ("lacerating").

Knivhjulet kjennetegnes ved at det har tilnærmet radi re kniver som lik en saks klipper grasstr ene av mot et fast motstål. Det kan være 2, 4 eller 6 kniver, flere enn 6 er det vanskelig   få plass til p.g.a. at de løper sammen mot sentrum. Kniveggen beveger seg i et plan vinkelrett på hjulets rotasjonsakse, og knivbladene danner enten en vinkel på 3 - 5^o med dette planet, eller en vinkel på 25^o. I første tilfelle slipes knivbladet på den side som vender fra motstålet, i annet tilfelle slipes på den siden som vender mot motstålet. Dette siste muliggjør sliping uten at knivene demonteres, videre lettes matingen ved hakking til store hakklengder n r kniven har den store vinkel.

Knivhastigheten øker utover langs motstålet, fra ca. 12 m/s til ca. 30 m/s. Knivhjulet er alltid sammenbygget med en kastevifte. Diameteren er fra 100 til 120 cm, og omdreiningstallet 600 - 1000 o/m. Slike kastevifter har god trans-

portevne. Avgangsrørets diameter er 15 - 25 cm. Motstålets lengde og dermed inntaksåpningens bredde ligger vanligvis mellom 25 og 40 cm. Klaringen mellom motstål og kniver skal være liten, ca. 0,2 mm. Motstålet slipes ca. 3 mm skrått tilbake ned mot fremre underkant for å få passe klaringsvinkel.

Knivsynderen har kniveggene liggende i en sylinderflate, slik at kniveggen danner en vinkel på minst 10° med et plan hvori sylinderens rotasjonsakse ligger. Knivbladene kan ved minste vinkel lages plane. Dermed blir de ikke helt jevnbrede. Selve eggen ligger i en meget bratt skrue- linje. Ofte er kniven krum og bøyd etter skrue- linjen. Den rette kniven kan ha en kasteskovl på innersiden. Knivsynderen er ofte samtidig kasteorgan. Den har da en diameter på 50 - 60 cm og et omdreiningstall på ca. 1000 o/m. Periferihastigheten er minst 27 m/s. Dette er tilstrekkelig til å kaste mate- rialet 3,5 m høyt og 6 m langt.

Motstålet ligger parallelt med knivsynderens rotasjonsakse, og med oversiden som regel i et plan hvori nevnte akse ligger. Klaring og klarings- vinkel er som for knivhjul. Det har vist seg at det ikke er nødvendig å gi knivene klaringsvinkel når motstålet har det. Dermed kan knivene slipes eller dreies som en sylinderflate, og slipingen forenkles derved betydelig. Eggvinkelen skal helst være 25° - 30° , og ikke over 50° .

Tidligere bruktes lange knivsyndere, 1 m eller mer. Disse ble tunge og de var vanskelige å få stive nok i lengderetningen, slik at klaringen til motstålet holdt seg konstant. Det forekom også at det ble brukt ekstra trans- portvifte i tillegg til en knivsynder med forholdsvis liten diameter. Kniv- sylinderen ble derfor utkonkurrert av knivhjulet. Nå begynner imidlertid knivsynderen å bli tatt i bruk igjen. Den lages nå kort, 40 - 50 cm, og har plass til 6 - 9 kniver. Den er derfor fordelaktig til finhakking ("micro-shear cutting"), 0,5 - 1 cm teoretisk kuttelengde, samtidig som den tar meget mindre plass enn knivhjulet.

Knivviften har kniver men intet motstål. Den gir derfor delvis riving og varierende trevlelengde. Den kan eventuelt ha mange faste motkniver med noe større klaring enn for knivhjulets motstål. Sistnevnte knivvifter kan gi forholdsvis fin hakking og kort hakk lengde.

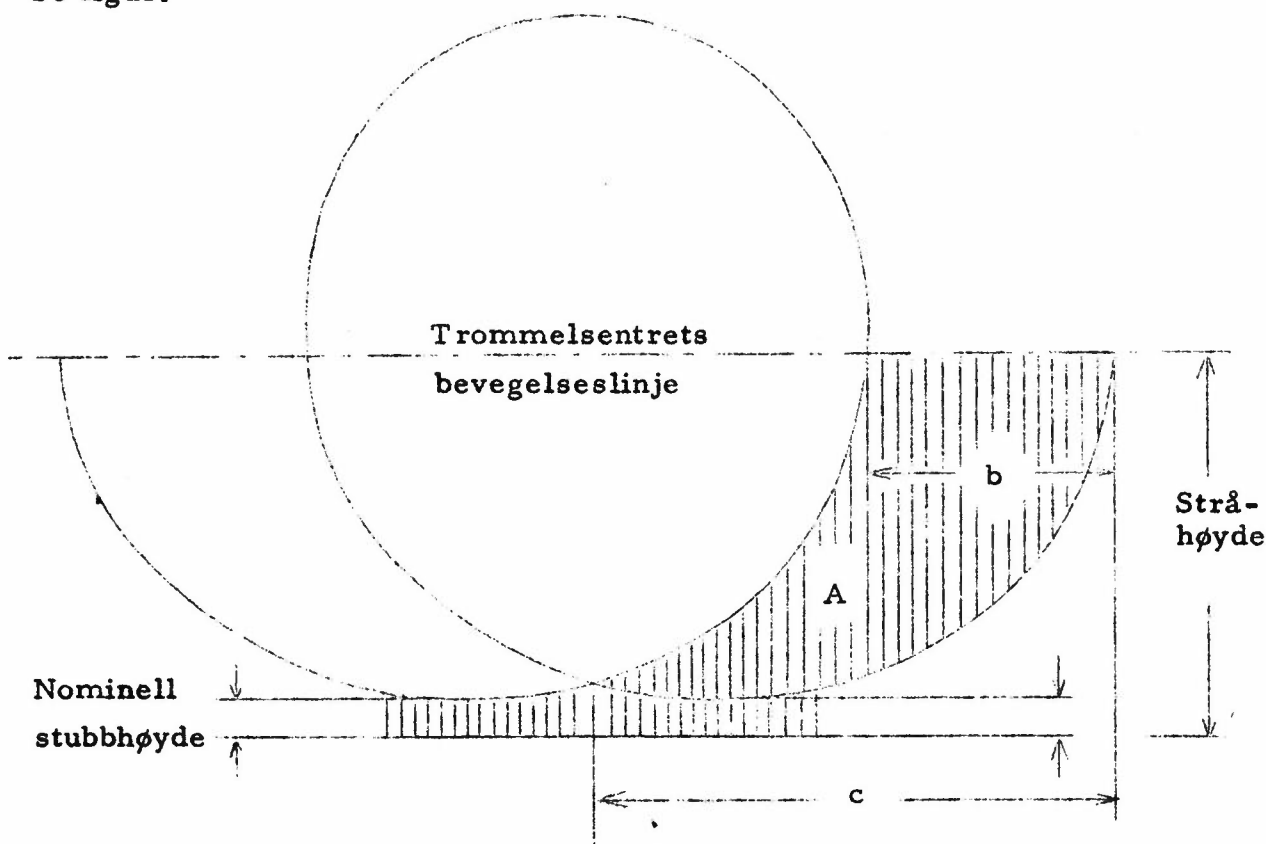
Riveviften er en vifte med meget kraftige skovler som stryker langs en stripe eller sektor av kraftige tenner i viftehuset. Den gir ren riving og knusing, og har et svært stort effektbehov. (Buen's "Silorator"). Den er blitt brukt i en fórhøster med horisontalt roterende knivskiver ("Silorator Forage Harvester", England).

Fôrhøstere med slegel-valse kan ha slegelvalsen som eneste slående og rivende organ. Som regel er de av typen direktekastende. Men det finnes også en type med separat transportvifte uten kniver (LTI's frontmonterte).

Den sidemonterte, direktekastende slegel-fôrhøster er praktisk talt den eneste som brukes i Norge for tiden, og den brukes stadig mer. Den skal derfor beskrives nærmere.

Den har en stiv horisontal aksel med 15 - 40 hengslede, frittsvingende slagstål. Trommelens diameter i drift, med sleglene i radial stilling, er ca. 60 cm. Trommelens lengde er på de fleste maskiner enten 110 cm eller 150 cm, mest brukt i Norge er 110 cm. Cmdreiningstallet er vanligvis 1100 - 1400 o/m, og periferihastigheten altså 35 - 45 m/s. Det brukes imidlertid ned til 1000 og opp til 1600 o/m. Sleglene kan være opphengt i to, tre eller fire rader. En hel-lengdes boltstang for hver rad er fordelaktig når slagstålenes skal tas ut og slipes.

Slegelfôrhøsteren gir et urent og opptrevlet snitt med uensartet materialengde. Den har framoverbøyde slagstål for å gi bedre avskjæring og oppsamling. Ved kjøring framover vil slegelspissenes bevegelseskurve være en sykloide. Se figur.



$$b = \frac{v}{\left(\frac{n}{60}\right)} \text{ m} = 6000 \cdot \frac{v}{n} \text{ cm}$$

"Slåhøyde" = stråhøyde minus stubbhøyde.

Den gjennomsnittlige teoretiske kuttelengde er $L = \frac{A}{c}$. Den virkelige gjennomsnittlige materiallengde blir som regel omkring det dobbelte. Ved slå-høyde 30 cm, trommelturtall 1000 og $v = 2$ m/s blir $L = 10$ cm, ved turtall 1600 blir $L = 6,5$ cm. Hvis $v = 1$ m/s fås henholdsvis 5,5 og 3,5 cm.

Sleglenes egensvingningstid ligger tett ved trommelens omdreiningstid. Slås en slegel da tilbake ved sammenstøt med f.eks. en kålrottopp, så har den svingt tilbake til utgangsstilling ved neste støt.

For at en slegel skal være god må den ha en viss svingningsenergi, dvs. den må ha en viss minstemasse med tyngdepunktet i en viss minsteavstand fra opphengningspunktet. For vanlige gode slegler er vekten ca. 0,9 kg, totallengden er ca. 16 cm og tyngdepunktets avstand fra opphengningspunktet 6 - 7 cm. Ved lavere omdreiningstall bør sleglene være tyngre hvis en vil oppnå like god slåttekvalitet, dvs. like ren stubbing.

Slegel-trommelen blåser luft foran seg ved jordoverflaten. Den kan derved hvirvle opp støv som kan sette seg på plantene foran maskinen eller suges inn ved frontplatens underkant. Slegel-trommelens virkningsgrad som vifte er bare 5 - 7 %. Den kaster materialet, og blåser det ikke. Lufthastigheten i utløpstuten er 11 - 15 m/s. Jo mindre blåsing desto mindre effektforbruk. Hovedparten av materialet kastes direkte opp i trakten, en mindre del treffer maskinens frontplate og glir enten videre opp i avgangstrakten eller faller tilbake mot sleglene for ennå en gang å bli truffet av disse og kastet ut. Noe av materialet blir kastet fram under frontplaten, og blir siden tatt opp igjen når maskinen når fram til det. Endelig vil en meget liten del av materialet følge med sleglene forbi traktåpningen og kastes ned bak.

Framdriftshastigheten er fra 1 til 5 km/h, eller 2 - 8 km/h med store traktorer. I dette fartsområdet bør traktoren ha fire gear. Traktoren bør dessuten ha motorturteller (traktormeter).

Direktekastende slegel-fôrhøstere gir meget uensartede trevlelengder, fra noen få millimeter og opp til hel strå lengde. Mesteparten av materialet får lengder mellom 5 og 25 cm. Imidlertid kan mengdefordelingen på de forskjellige lengder varieres, dvs. at en større eller mindre vekt del av materialet kan utgjøres av strå- og bladdeler i et bestemt lengdeintervall.

De faktorer som har betydning for mengdefordelingen av trevlelengdene er klaringen mellom slegel-spissene og det sylindriske hus, klaringen mellom slegel-spissene og eventuelt motstål foran, høyden fra bakken til frontplatens underkant, og sist, men ikke minst, forholdet mellom trommelens (rotorens) turtall og maskinens framdriftshastighet. Jo lavere trommel-turtall og jo høyere framdriftshastighet desto større vekt del av det høstede materialet vil utgjøres av lange strå- og blad-deler.

Direktekastende slegelfôrhøstere har den store fordel at de er rimelige i innkjøp, robuste og allsidige, og trenger lite vedlikehold. Få fôrhøstere med hakking må knivene ofte slipes, og stilles nøyaktig inn. De er dessuten kostbare og tunge, og behovet for dem oppstår først når man ønsker å helmekanisere ileggingen av graset i silo og uttakingen av ensilasje. For slik mekanisering er det en stor fordel med korthakket materiale med ensartet hakklengde, og også mindre vanninnhold.

224. Transportorganer.

Disse består alltid av en eller annen form for kastevifte, som oftest, men ikke alltid, sammenbygget med rive- eller hakkeorganet. For øvrig er slike vifter vel kjent. De skal ha tiltagende klaring mellom skovler og viftehus regnet i rotasjonsretningen fra bakkant av avgangsåpning.

23. Effektbehov.

De vanlige, direktekastende, slegel-fôrhøstere krever 1 - 2 hk pr. tonn/h på kraftuttaket ved høsting av friskt gras. Hvis en tar sikte på en timeleveranse på 9 tonn, må avvirkingen "i skåren" være ca. 18 tonn/h, dvs. det trenges ca. 30 hk på kraftuttaket. Hvis en da regner ca. 5 hk til framdrift og 5 hk i reserve, trenges en traktor på 40 hk. Vanligvis anbefales at traktoren må ha 35 - 40 hk når den skal brukes til fôrhøster. Ved markforsøk viser det seg at effektforbruket under ensartede betingelser og innenfor visse grenser vokser lineært (proporsjonalt) med den høstede vektmenge pr. tidsenhet.

Der er ikke stor forskjell i effektbehovet for de forskjellige typer fôrhøstere. Det avhenger like meget av detaljkonstruksjonen som av arbeidsprinsippet. Imidlertid er de dobbelthakkende slegel-fôrhøstere litt mer effektkrevene, og de eksakthakkende fôrhøstere med pick-up en tanke mindre effektkrevene enn direktekastende slegel-fôrhøstere, målt i hestekrefter på kraftuttaket pr. tonn og time. Hvis en istedenfor materialets totalvekt regner bare med vektmenge tørrstoff, vil en eksakthakkende fôrhøster med pick-up i fortørket materiale stille seg betydelig gunstigere enn de andre. Dette gjelder ved normale (teoretiske) kuttelengder på 2,5 - 5 cm. Ved finkutting, 0,5 cm, øker effektbehovet. Den spesifikke ytelse i tonn pr. hestekrafttime angis ofte som følger:

Direktekastende slegel-fôrhøster 0,5 - 0,8.

Dobelthakkende slegel-fôrhøster 0,4 - 0,6.

Eksakthakkende fôrhøster 0,5 - 0,8.

En unntagelse, som også faller utenfor ovenstående typeinndeling, er Silorator-fôrhøstere, som har et betydelig større effektbehov, nemlig 3 - 4 hk pr. tonn/h, dvs. spesifikk ytelse 0,3 tonn pr. hestekrafttime.

3. Utstyr for tilsetningsmidler.

En sparer arbeid og får jevnere innblanding av tilsetningsmidlene om en tilsetter disse direkte i fôr høsterens avgangstrakt. For ensileringsalter fås en beholder til å skru fast foran på avgangstrakten. I beholderens bunn finnes en skrue, drevet fra fôr høsterens bærehjul, og skruen mater saltet direkte inn i gras- og luftstrømmen. For maursyre kan brukes et stativ til å feste plastkannene, som maursyren nå er emballert i, opp-ned direkte på fôr høsteren. Fra kannens nedovervendte skrulokk går en plastslange via en stengeanordning til en dyse som stikker inn gjennom frontplaten. Gjennom skrulokket går også en luftinntaksslange som er ført opp over kannens høyeste punkt. Under kjøring åpnes stengeanordningen, og væsken trykkes av tyngdekraften gjennom dysen og blir så revet med av gras- og luftstrømmen.

4. Transportvogner.

Det brukes vanligvis traktortilhengere med 1,5 - 2 m høye sidelemmer og hengslet baklem. Frontlemmen er noe lavere. 1 m² sammenristet masse av friskt, revet grasmateriale veier ca. 200 kg. Med de vanlige traktortilhengerne med 5 m² lasteplan blir lassvekten ca. 1500 kg. En kan derfor godt bruke større tilhengere.

Tilhengerne kan tippes ved eller i siloen, men dette krever stor frihøyde. Dersom en ikke har plass til å tippe, kan en bevegelig frontvegg, som dras bakover med en wire som er ført over trinsa til en opprettstående hydraulisk tippsylinder, brukes til å skyve av lasset.

Spesialtransportvogner med skrapetransportør i bunnen og en skråelevatør bak gir forholdsvis jevn utmating, og massen kan falle direkte ned i matetrauet til en transportør, transportvifte eller silokutter hvis en mann står ved siden av og river opp og fordeler større klumper.

Det finnes også transportvogner med skrapetransportør i bunnen og rivevalser og en liten tverrtransportør enten i bakkant eller forkant. Dette blir forholdsvis kostbare vogner.

Endelig kan vanlige tilhengere tippes direkte i dumping-bokser, dvs. en innretning med bunntransportør og rivevalser eller elevatør.

Alle selvtømmende vogner med bunntransportør og rivevalser eller elevatør egner seg best til hakket materiale, og arbeider tungt i langtrevlet, revet materiale. Slikt materiale gir også lett ujevn tømming (store klumper). En vogn bør kunne tømmes på 5 minutter, dvs. at tømme mekanismen må ha en

ytelse på opptil 24 tonn/h. Ytelsen varierer alt etter materialets beskaffenhet, og er som regel størst for korthakket materiale. En stor amerikansk vogn er oppgitt å ha en tømmehastighet som tilsvarer 45 tonn/h. En slik hurtig tømning setter store krav til yteevnen hos de videre transportinnretninger. Brukes dumpingboks, er det som regel tilstrekkelig at denne gjør unna lasset på 15 minutter, dvs. at ytelsen bare behøver være 3 tonn/h. Er det imidlertid brukt eksakthakkende forhøster, kreves betydelig mindre effekt til videretransporten, ikke minst ved at kutting ved siloen spares, og en hurtig vogntømming direkte i f.eks. transportkastevifte kan da lettere klares.

5. Inntransport i siloen.

Hvis en kan kjøre transportvognene på f.eks. låvebru inntil toppen av siloen, kan inntransport skje ved gafling eller tipping direkte i siloen. Ellers brukes elevator i form av en skråttstilt skrapekjedetransportør eller en transportvifte. Transportørene har lite effektbehov i forhold til ytelsen, ca. 3 hk er nok til å transportere 20 tonn/h 8 - 10 m opp. Nødvendig lengde på transportøren fås ved å multiplisere tallet for silohøyden med 1,6. Elevasjonsvinkelen kan være opp til 60°. De enkleste skrapetransportørene har én kjede med medbringere. Bunnbredden i rennen er 30 - 40 cm for hakket og revet gras og 60 cm for helt gras. Kjedehastigheten er 20 - 60 m/minutt.

Transportviftene kan være av forskjellig utførelse. Felles er at de krever forholdsvis stor effekt, og mer jo mer luft de blåser. Utpregede kastevifter er derfor best. Kastevifter for hakket gras har 18 - 25 cm (9") diameter på røret. De kan transportere gras opp til 18 m høyt. Røret må alltid stå loddrett. Halvtørt materiale kan kastes-blåses på skrå, og tørt materiale (høy) kan blåses horisontalt. Blåsevifter for høy har 40 - 50 cm (18") diameter på røret, mens kombinasjonsvifter for både tørt og vått materiale vanligvis har en rørdiameter på 31 cm (eller 12"). For sistnevnte type kan man regne med en transporthøyde på 16 m for gras og 8 m for høy og halm.

Viftediameter er vanligvis 100 - 120 cm og turtall 540 - 1000. Kastevifter for gras, uten kuttekniver, har et effektbehov på 1,1 - 2,0 hk pr. tonn/h. Silokuttere trenger 1,4 - 2,4 hk pr. tonn/h, og høyvifte brukt til gras, uten kutting, trenger omtrent det samme som silokutterne, alt ved ca. 8 m transporthøyde. Vanlige transportvifter og mindre transportører klarer vanligvis 6 - 12 tonn/h, mens store transportører kan klare langt over det dobbelte.

For at en kastevifte skal klare å ta unna 20 tonn/h må den ha en elektrisk motor på 25 - 30 hk. En regner da med at denne motoren tåler å gå periodevis overbelastet, dvs. at den da yter flere hestekrefter enn oppgitt. Ved 15 - 20 minutters avlessetid og 8 m transporthøyde klarer det seg med en 12 - 15 hk el-motor. En gammel traktor må ha 1,5 - 2 ganger flere nominelle motorhestekrefter enn el-motoren for å klare samme oppgave.

6. Ensilasjeuttakere.

Ensilasjeuttakere eller silotømmere arbeider vanligvis på toppen av ensilasjen i runde siloer. De har én eller to horisontale skruer (snegler) som roterer og samtidig beveger seg rundt i siloen slik at ensilasjen skrapes inn mot sentrum, hvor den blir tatt av en vifte og kastet ut gjennom en luke i siloveggen. Hele maskinen, unntatt avgangstuten, svinger rundt, og det må være en sleperingskontakt for strømtilførselen. Disse maskinene kan bare arbeide i korthakket masse, og de arbeider bedre og får større yteevne desto mindre hakklengden er. Disse overflateuttakerne har en ytelse på 30 - 60 kg/minutt (1,3 - 3,6 tonn/h) og under gode forhold opp til 150 kg/minutt (9 tonn/h). Innen visse grenser fordobles yteevnen når hakklengden halveres.

Det finnes også motorsag-lignende uttakere til å bruke i bunnen av siloen (Harvestore). Da må siloveggene være glatte, ensilasjen være korthakket og vanninnholdet mellom 40 - 50 %. Ved dette vanninnhold er friksjonen mot siloveggene minst, og massen skal jo synke etterhvert som den blir tatt ut i bunnen.

Et annet system for ensilasjeuttaking fås ved å la en sylinderformet kropp dras opp midt i siloen etter hvert som ifylling skjer, slik at det dannes en sjakt som ensilasjen senere kan skrapes ut i ovenfra. Det må da være hull i bunnen og en transportør under dette.

Til plansiloer er det blitt bygget traktormonterte ensilasjeuttakere med en skrapekjede eller fresevals og transportør eller transportvifte som leverer materialet i vogn. Disse kan ha en meget stor yteevne.

Ensilasjen kan også tas ut med heis og gripeklo. Det er ukomplisert, driftssikkert og krever lite vedlikehold, men setter visse krav til bygningene, er umulig å automatisere og krever fordeling med hånd ved utføringen.

7. Transport til og langs fôrbrettet.

Transporten fra silo til kyrne kan skje med vogn, trillebør, traktor med "svans" eller tilhenger, med skruetransportør (snegl), med skrapetransportør, eller med oscillerende krybbe ("Vibra-Feeder"). Den oscillerende krybben er et stivt, lett traue som svinger fram og tilbake i lengderetningen, slaglengde 2,5 m og ca. 250 svingninger pr. minutt. Den kan transportere både ensilasje, helt gras og høyballer. Skrapetransportøren kan brukes både til ren transport og til fordeling av fôret langs fôrbrettet. Til fordelingsarbeidet utføres skrapebunnbrettet jevnt avsmalnende ("tapered"), slik at massen i hver langsgående "fil" som skrapebunn-brettet kan tenkes inndelt i, faller utfor kanten hver sitt sted. Denne type er stillegående og krever liten effekt.

Skruetransportøren kan også brukes til fordeling langs fôrbrettet ved at det er spart ut regulerbare, skrå åpninger i traue, eller ved at ene sidekanten av traue kan senkes slik at massen ryr utfor noenlunde jevnt bortover. Endelig kan det være en eller to store langsgående spalter i bunnen, med krybben like under, slik at det under transportøren fylles opp med ensilasje som da danner bunn i traue etterhvert som krybben fylles bortover. I de to første tilfellene fylles hele krybbelengden noenlunde samtidig, i siste tilfelle fylles krybben fra enden av, slik at borteste ende ikke nås før fyllingen er ferdig i resten av krybbelengden. Heller ikke kan sistnevnte transportør heves over krybben.

Skruetransportører har som regel 9" diameter og turtallet ligger mellom 50 og 150 o/m. Ved fôrfordeling både med skrue- og skrapetransportør er det nødvendig at materialet er korthakket, og det er også fordelaktig at vanninnholdet ikke er for høyt.

8. Arbeidsforbruk.

Arbeidsforbruket for slått og lessing blir omtrent likt for slått med slåmaskin samt lessing på "svans" som for slått og lessing i tilhenger med 110 cm fôrhøster, ca. 10 mannsmin/tonn gras. For transporten blir arbeidsforbruket tre-fire ganger så stort for én "svans", som for tilhengertransport. Arbeidsforbruket ved hele transporten (snuing, tilkjøring, tomkjøring) er for "svans" ca. 30 mannsmin/tonn ved 500 m transportlengde og god vei, ved 1000 m avstand ca. 50 mannsmin/tonn. De tilsvarende tider ved bruk av tilhengere er ca. 10 og ca. 15 mannsmin/tonn. Ved all transportkjøring er det da regnet med en kjørehastighet på 10 km/h. Et "svanse"-lass er satt til 330 kg og et tilhengerlass til 1100 - 1200 kg.

Ilegging i silo skjer enten lagvis ved gafling og syrepåsprøyting for hånd, kontinuerlig med transportvifte eller elevator og mekanisert syretilsetting ved silo eller på fôr høster, eller lassvis når syren eller saltet er tilført ved fôr høsteren. Gafling i tårnsilo fra låvebro, "svanse"-lass, helt gras, blanding og påsprøyting av syre for hånd, jevning etc. tar ca. 40 mannsmin/tonn. Gafling i tårnsilo fra låvebro, tilhengerlass, revet gras, syre, jevning etc. tar ca. 30 mannsmin/tonn. Arbeidsforbruket når tilhengerlass tippes direkte i tårnsilo, ingen syre ved siloen, med jevning etc. er ca. 15 mannsmin/tonn. Ilegging i plansilo med smal, ekstra "svans" når revet gras er tilkjørt med tilhenger, ingen syre ved silo, jevning og traktorpakking tar ca. 20 mannsmin/tonn. Ilegging i plansilo med tilhengere, direkte tipping, ingen syre ved silo, jevning etc. tar ca. 25 mannsmin/tonn. Arbeidsforbruket når selvavlessende tilhenger leverer i transportvifte eller elevator til tårnsilo, jevning én gang daglig, ingen syre ved silo, er ca. 10 mannsmin/tonn inkludert kjørerens ventetid.

I ovennevnte tall for arbeidsforbruk er medregnet nødvendig hviletid. De gjelder ved perfekt organisering av arbeidet, uten unødvendig ventetid. I praksis varierer arbeidsforbruket meget, og det forekommer at ventetiden utgjør opp til 50 % av totaltiden.

9. Litteratur.

- ANIANSSON, G. (1962) : Aktuella skördeproblem.
Jordbrukstekniska Institutet, Uppsala.
Meddelande nr. 296.
- BRENNER & GRIMM (1963) : Schneid- und Wurfvorgänge in Trommel-
Feldhäckslern.
"Landtechnische Forschung", Heft 5,
1963, pp. 142.
- CLENDENIN, CORWITH & WALKER (1963) : Developing a New High-Capacity Forage
Harvester.
"Agricultural Engineering", April 1963,
pp. 186.
- HILMERSEN, A. (1963) : Undersøkelser over høsting av gras til
ensilering.
Landbruksteknisk institutt, Orientering nr. 16.

- HVIRVELKÆR, E. (1962) : Undersøgelse vedrørende grønthøsteres arbejdsmåde.
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole,
Meddelelse nr. 6.
- PASCAL, J.A. (1963) : Right Machine for the Job.
"Farm Mechanization", Vol.15,
No. 165, pp, 33.
- SEIFERT, GRIMM & SCHURIG (1962) : Der Feldhäcksler und was dazu gehört.
Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft e.V.
Flugschrift Nr. 10.