

Fyring med avner.

Af overingeniør *Otto Juel Jørgensen.*

I de senere år er der til nogle større landbrugsbygninger udført varmeanlæg, i hvilke der fyres med avner, der kan anvendes som brændsel, og som tildels er et affaldsprodukt i landbruget.

De avner, der i praksis kan være tale om at anvende, er først og fremmest avner fra de 4 kornsorter: hvede, byg, rug og havre, men desuden dyrkes der forskellige steder frøkulturner, hvorfra der også bliver avner, som kan anvendes.

Det tilføjes, at man foruden avner også kan anvende hakelse af halm med en længde af strået på højst 3 à 4 cm. Det efterfølgende tager fortrinsvis sigte på en redegørelse for kornavner og fyring med disse, men forøvrigt henviser jeg hver enkelt landmand, som har interesse for dette spørgsmål, til selv at foretage en vurdering over, hvor store mængder avner og halm, han har til disposition til opvarmning.

Avnernes brændværdi og rumvægt.

Når man skal vurdere sagens betydning, må man naturligvis først gøre sig klart, hvilken brændværdi brændslet har og andre egenskaber til bedømmelse af dets kvalitet. For en ordens skyld tilføjer jeg, at et brændsels brændværdi er den varmemængde (det antal kilokalorier pr. kg), der udvikles ved forbrænding af 1 kg af brændslet.

I et af de anlæg med avnestokere, som jeg har haft lejlighed til at se og kontrollere, har jeg udtaget prøver af avnerne og ladet disse undersøge på laboratorium med følgende resultat:

Tabel 1.

| | Vand %/o | Aske %/o | Beregnet brænd- værdi i kilokalorier pr. kg |
|----------------------|-------------|-------------|---|
| Bygavner*) | 13,6 | 6,8 | 3500 |
| Blandede avner | 15,5 | 10,6 | 3200 |
| do. do. | 12,1 | 9,8 | 3450 |
| do. do. | 10,0 | 9,1 | 3600 |

*) For disse avner er endvidere bestemt: Svovlindhold 0,4 pct.

Svovlindholdet i brændsel spiller en rolle af hensyn til kedlernes levetid. Svovlet forbrænder i kedlen til svovlilte (svovldioxyd), som sammen med fugtighed i røgen kan danne svovlsyrning, der erfaringsmæssigt ofte fortætter sig inde i kedlen på den koldeste del af kedlens hedeplade, hvorved jernet tæres væk, hvilket vil sige, at kedlen ødelægges. Derfor spiller svovlindholdet i brændslet en rolle; under krigen blev mange kedler ødelagt, fordi der i tørv og brunkul ofte er et relativt stort svovlindhold. Svovlindholdet i avnerne er imidlertid ikke ret stort, som det ses af det ovenstående.

Ved de forskellige prøver, jeg har foretaget med avnestoker, har jeg bestemt avnerens rumvægt således: hvedeavner 5,1 kg/hl, bygavner 6,1 kg/hl og havreavner 8,2 kg/hl. Det bemærkes, at rumvægten for avner naturligvis vil variere meget alt efter, hvor fast de »pakker« sammen; i dette tilfælde er rumvægten bestemt ved at styrte avnerne ned i den brændselssilo, som findes over stokerens tragt (se nedenfor) og lade avnerne lejre sig frit uden at ryste eller stampe dem sammen.

For halm kan man regne med en effektiv brændselsværdi af ca. 3 500 kilokalorier pr. kg for et vandindhold af 14 pct.

Lidt statistik.

Ifølge oplysninger, jeg har modtaget fra Statistisk Departement, kan man regne med nedennævnte mængder halm (gennemsnit for årene 1945—49), og på grundlag af oplysninger fra professor *H. Rosenstand Schacht* og Statens Forsøgsstation, Virumgaard, kan følgende avnemængder angives:

Tabel 2.

| | Halmudbytte, tons pr. ha | Udbytte af avner, tons pr. ha |
|-------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Hvede | 5,46 | ? |
| Rug | 3,56 | 0,17 |
| Byg | 3,54 | 0,40 |
| Havre | 4,10 | 0,57 |

Tallene for avner er resultatet af enkelte forsøg, hvor man må påregne, at alle de avner, der fremkommer ved tærskningen, bliver samlet op, medens der i praksis må være et vist spild.

Som dette blads læsere ved meget bedre end jeg, kan man imidlertid ikke regne med, at hele den avlede mængde af halm og avner kan anvendes til fyring i varmeanlæg. En betydelig del deraf benyttes til strøelse og foder. Hvor meget der kan blive til rest til opfyring, mangler man sikre oplysninger om. Det er almindeligt kendt, at nogle år afbrænder man avner og også halm på marken for at blive af med de overflødige mængder, og i nogle tilfælde kører man halm til mejerierne til opfyring i kedlerne, medens man i andre år kan komme ud for direkte halmmangel.

I det ovenstående har jeg gjort opmærksom på usikkerheden i nogle af de oplysninger, jeg har kunnet fremskaffe. Når jeg ikke desto mindre bringer denne artikel nu, er det for at pege på dette spørgsmål i en usikker tid med brændselskrise i Europa, og hvor vort brændselsfattige land savner valuta. Sagen bør derfor rejses nu, selv om man endnu kun har ringe kendskab til mængden af »overskudet«. Måske kan dette indlæg bidrage til, at der snarest skaffes mere klarhed om de spørgsmål, som endnu ikke er tilstrækkeligt oplyst.

Jeg vil gerne i denne forbindelse minde om, at de danske skove under normale forhold hvert år producerer ca. 900 000 m³ brænde, svarende til ca. 5 pct. af landets totalforbrug af brændsel. Hvorlænge dette varer ved, kan man ikke vide, da der arbejdes på, at »affaldstræet« kan anvendes til produktionen af forædlede stoffer.

Af tørv har vi i tiden mellem de to verdenskrige produceret ca. 1/2 million tons om året, svarende til andre 5 pct. af vort

totale årlige brændselsforbrug. Med henblik på eventuelt kommende krige eller kriser vil man naturligvis gerne skåne landets restbeholdning af tørv — og forøvrigt også brunkul — idet disse beholdninger jo ikke kan reproducere i modsætning til skovenes produktion af brænde.

Der er derfor grund til at være opmærksom på muligheden for anvendelse af halm og avner, d. v. s. et indenlandsk produkt, som tildels er et affaldsprodukt, som brændsel, og som produceres hvert år.

Hvis hele den producerede mængde halm og avner, d. v. s. ca. 4,2 mill. tons pr. år, blev anvendt til fyring, ville det modsvare 1,75 mill. tons kul, svarende til 25 pct. af vort normale årlige forbrug af brændsel. Ved denne omregning er der regnet med en brændværdi af halm og avner på 3200 kilokalorier pr. kg og en nyttevirkning på 60 pct., og for kul henholdsvis 6200 og 70 pct.

Jeg gentager, at det nævnte tal for den producerede mængde af halm og avner er et teoretisk maksimum, som man i praksis ikke kan reservere til brændsel. Der er næppe tvivl om, at den mængde halm og avner, der kan anvendes som brændsel, ikke er uvæsentlig, men jeg advarer på den anden side imod, at man overeksponerer betydningen af spørgsmålet og tilføjer, at det ville være ønskeligt, om der kunne tilvejebringes en statistik over mængden af avner og fordelingen af halm og avner til foder plus strøelse samt resten, d. v. s. det, der kan anvendes til brændsel.

Beskrivelse af et stoker- og kedelanlæg.

Som kedel kan anvendes en almindelig centralvarmekedel, men med større dimensioner af kedlens fyrrum og »trug« end i en kulkedel, idet der indstokes ikke alene flere kilo avner, men også et væsentligt større rumfang end ved fyring med kul for samme ydelse.

Lad os tage et eksempel. Der anvendes en kedel, hvori maksimalt forbrændes 20 kg kul pr. time, som kan påregnes at have et rumfang af 27 liter. Det ækvivalente kvantum avner vil veje ca. 46 kg (med en hektolitervægt af 7 kg/hl),

hvilket betyder, at der skal indstokes ca. 650 liter avner pr. time.

Da jeg ikke tør gå ud fra, at alle bladets læsere er kendt med en stokerkedels indretning, skal jeg ganske kort give en beskrivelse heraf og henviser iøvrigt til figurerne 1—5.

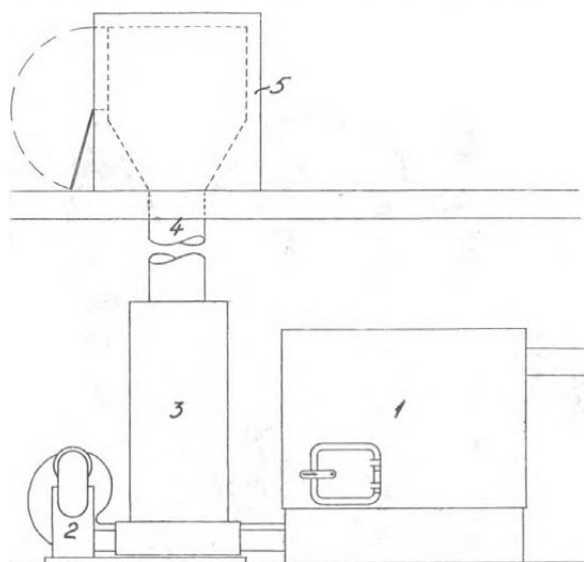


Fig. 1: Skematisk fremstilling af avnestoker.

1) Kedel. 2) Stoker. 3) Stokertragt. 4) Silo. 5) Betonkasse.

I en stokerkedel fylder man ikke brændslet i selve kedlen, men i en stor tragt, som står foran kedlen. I bunden af tragten er anbragt en såkaldt »snegl«, der er formet ligesom en stor skrue med gevind med stærk stigning. Når sneglen sættes i omdrejende bevægelse, fører den brændslet fra bunden af tragten ind i kedlen. Det hele fungerer ligesom en stor kødhakkemaskine, hvor man fylder kødet i tragten i den ene ende, og det kommer da ud af maskinen i den anden ende.

Vi vender tilbage til stokeren. Når brændslet af sneglen er ført ind i kedlen, skubbes det op i bunden af kedlen. Denne del af »fyrstedet« kaldes for »truget«. Når brændslet på denne måde skal føres ind i kedlen, er det nødvendigt, at man an-

vender et ret finkornet brændsel, d. v. s. — hvis man fyrer med kul — den sortering af kul, der kaldes for singels (småkul), eller, hvis man fyrer med koks, skal man anvende koksafharpning eller perlekoks. En stoker kan også anvendes til fyring med tørvesmuld eller uharpede brunkul. Som det fremgår af denne artikel, kan en stoker også anvendes til fyring med avner eller hakkelse.

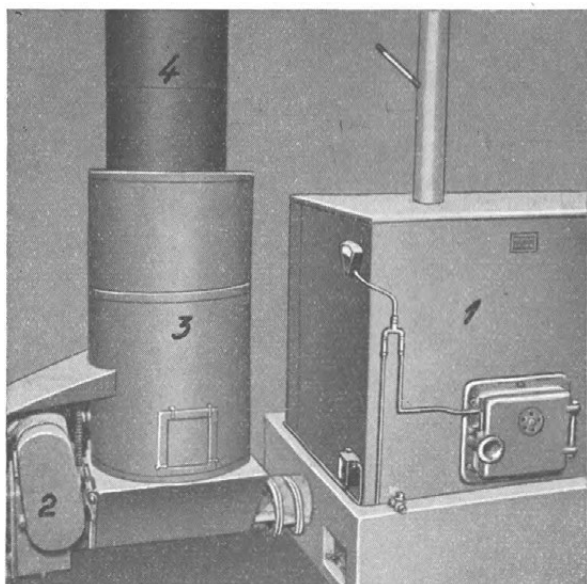


Fig. 2: Fotografi af et avnestokeranlæg.

Sneglen holdes i en omdrejende bevægelse af en elektromotor, der samtidig driver en ventilator, som blæser luft ind i kedlen igennem åbninger i eller umiddelbart ved siden af trugtet, hvor brændslet skubbes op af sneglen.

En stokerkedel er således fortrinsvis egnet til fyring med finkornet brændsel, som vanskeligere kan anvendes i andre typer af kedler. Når man fyrer med kul, koks, tørv eller brunkul (i de sorteringer, som er nævnt ovenfor) fyldes brændslet i tragten, men når det er et så voluminøst brændsel som avner eller hakkelse, må man over tragten anbringe en »silo«,

som kan rumme et kvantum brændsel, som dækker 1 eller helst nogle timers forbrug, da man i modsat fald ustandselig skal fylde brændsel på, hvilket medfører for store udgifter til pasning. Da der er grænser for, hvor stort tværmål en sådan silo kan have, må den få en ret stor højde, hvilket i praksis betyder, at den ofte må føres igennem etageadskillelsen til det rum — ofte loftrummet — som ligger oven over

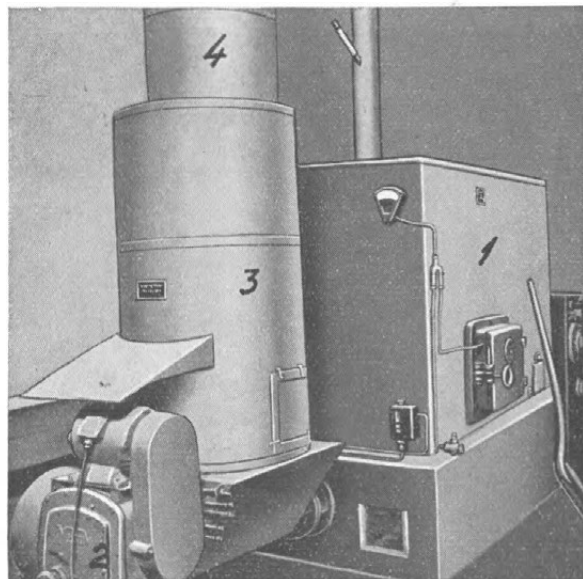


Fig. 3: Fotografi af et avnestokeranlæg.

kedelrummet. Her oppe fra sker da indfyringen i siloen. Hvorledes dette kan indrettes og sikres på passende måde imod ildebrand, skal beskrives noget nærmere nedenfor, og den her beskrevne fremgangsmåde er — i det foreliggende tilfælde — blevet godkendt af Bygningsbrandforsikringsforeningen, uden at der blev krævet forhøjelse af forsikringspræmien foranlediget ved anlæggets installation.

Umiddelbart over siloen er støbt en betonkasse, som vist i fig. 4 og 5. Bunden i betonkassen er formet som en tragt, der forneden har en rund åbning med samme diameter som siloen.

Tragtens sider er glitpudset, for at avnerne lettere kan skride, og betonkasse og silo er forbundet som vist på fig. 1. Betonkassen, hvis dimensioner naturligvis afpasses efter brændselsforbruget, har kun een åbning ud til rummet, hvorfra indfyldning af avner sker. Denne åbning lukkes med en lem, i dette tilfælde udført af træ beslæet med galvaniserede, faldsede plader efter samme regler, hvorefter en kedelrumsdør beklædes.

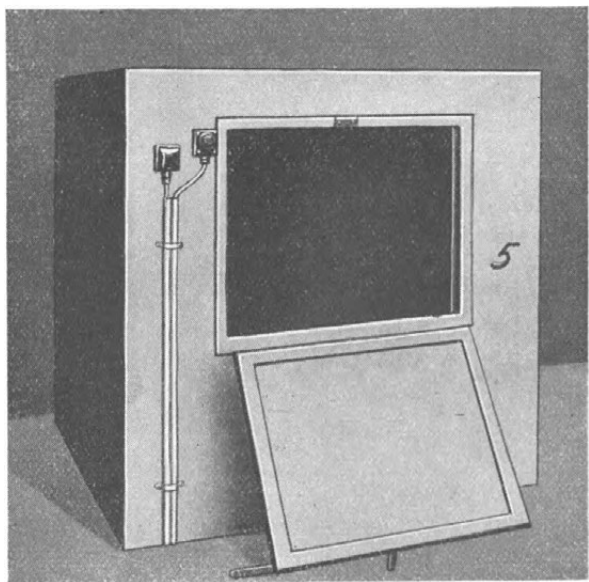


Fig. 4: Betonkasse med åben indfyringslem.

Denne lem er anbragt på vandrette hængsler, der, som fig. 4 viser, sidder forneden. I forbindelse med lemmen er anbragt en elektrisk afbryder, som bevirker, at motoren og dermed stokeren standser, så snart lemmen åbnes, for at hindre, at motoren kan køre, hvis lemmen er åben, i den hensigt at forebygge, at en eventuel tilbagebrænding i sneglen via stokertragten kan forplante sig op gennem siloen. Man tør herefter gå ud fra, at den, der påfylder avner, også husker at lukke lemmen, da stokeren i modsat fald ikke kan gå i gang.

Samtidig er der i loftet af boksen anbragt en sprinkler, som træder i funktion, hvis fyrbøderen — trods alt — glemmer at lukke lemmen, og en tilbagebrænding alligevel skulle indtræffe.

Endvidere er der i loftet i betonkassen monteret en elektrisk lampe, så man kan se, hvor mange avner, der er fyldt på.

Endelig er anlægget yderligere sikret på den måde, at blæseren til stokeren automatisk standser, hvis sneglen på grund

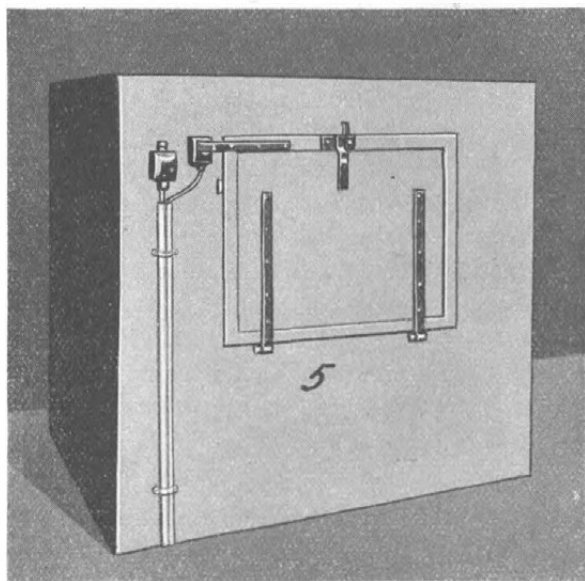


Fig. 5: Betonkasse med lukket indfyrringslem.

af en driftsforstyrrelse går i stå, og samtidig træder et signalhorn i funktion, som kan alarmere den, der passer fyret. Da sådanne stokeranlæg almindeligvis monteres på større gårde, må man regne med store afstande og derfor sørge for et signalhorn, som kan høres »milevidt« omkring.

Det kan måske lyde drabeligt med disse nævnte sikkerhedsforanstaltninger, men i praksis er det hverken særligt indviklet at fremstille eller betjene, og omkostningerne er ikke afskrækkende.

I alt brændsel kan der forekomme urenheder, f. eks. sten eller skifer, som under ugunstige forhold kan komme i klemme imellem sneglen og det rør, sneglen roterer i. For at der ikke skal ske overlast på maskineriet, må der indskydes en sikring, og denne sikring er udført som en stift, der er anbragt på sneglens aksel. Når denne stift knækker, kører motoren rundt uden at trække sneglen med, hvorved indfyringen af brændslet standser. Når stiften er knækket, træder signalhornet i funktion, og den, der passer kedlen, må da sørge for at få fjernet den sten eller den ting, som er kommet i klemme, hvorefter der indsættes en ny stift, hvilket er en simpel ting at gøre; derefter kan stokeren arbejde videre.

Avner af de 4 kornsorter kan pakke meget tæt sammen, og det er derfor nødvendigt, at der i siloen findes et røreapparat, som kan løfte og løsne avnerne, så de ikke pakker for tæt sammen. Siloen skal derfor være rund — ikke firkantet. Dette røreapparat bliver drevet af samme motor, som driver snegl og blæser.

Stokeren er indrettet således, at den kan stilles i flere forskellige gear, d. v. s. køre med forskellig hastighed alt efter, hvor stor varmemængde kedlen skal yde.

I praksis kører stokeren ikke uafbrudt, men den går i gang og i stå med visse mellemrum, idet der på kedlen er anbragt en »termostat«, som er en automatik, der holder kedlens temperatur konstant inden for visse grænser. Denne termostat kan indstilles til at holde kedlen på en hvilken som helst temperatur imellem f. eks. 30 og 90 ° C. Lad os tænke os, at man ønsker en temperatur på 60 °. Da vil automatikken bevirke, at stokeren standser, når temperaturen stiger til ca. 62 °, hvorefter den automatisk går i gang, når temperaturen er faldet til 58 °. En anden dag, hvor det er mere koldt i vejret, kan man stille termostaten på f. eks. 75 ° o. s. v.

Drift og fyring.

Da jeg har haft lejlighed til at kontrollere fyringen på nogle stokeranlæg og ganske særlig på et anlæg, som jeg har fulgt nøje, skal jeg give nogle oplysninger om en sådan kedels drift og fyringsøkonomi.

På grundlag af en række målinger er jeg kommet til det resultat, at den omhandlede kedel i praksis udnytter ca. 60 % af avnernes varmemængde, og jeg vil mene, at dette tal uden vanskelighed kan sættes op til 65 % på grundlag af de nu indhøstede erfaringer. Til sammenligning skal det anføres, at man i almindelighed fra en kul- eller kokskeedel regner med en nyttevirkning af ca. 70 % i praksis.

Inde i kedlen ophober der sig naturligvis en del aske eller i nogle tilfælde »slagge«. Aske og slagge vil i praksis altid indeholde lidt brændbart stof, og det er naturligvis af betydning, at der ikke indeholdes ret meget brændbart stof i asken. I det tilfælde, som jeg har kontrolleret og fulgt, lod jeg asken analysere, og det viste sig, at den indeholdt 2,4 % brændbart stof, hvilket ikke er meget. Det er tænkeligt, at asken kan have en vis værdi som gødning, men det overlader jeg til de heri sagkyndige at finde ud af.

Efter de erfaringer jeg indtil videre har indhøstet, kan et avnestokeranlæg fungere med en tilfredsstillende driftssikkerhed og fyringsøkonomi. Naturligvis knækker der stifter i stokeren, men det er jo ikke noget ukendt fænomen ej heller fra stokerfyring med andre brændsler.

En ting vil jeg gerne understrege stærkt i denne forbindelse: Det er meget væsentligt, at man sørger for at sikre anlægget i brandteknisk henseende. Det er i virkeligheden en simpel sag at gennemføre den ovenfor angivne fremgangsmåde eller anden lige så sikker konstruktion; det vil være meningsløst, om sådanne stokeranlæg skulle komme i misry på grund af skødesløshed på dette område og deraf opstående brand. Jeg tilråder indtrængende alle, som ønsker et sådant anlæg udført, forud at konferere med brandforsikringselskabet.

Driftsomkostninger.

I det efterfølgende har jeg forsøgt at opstille en driftskalkule for en avnestoker og en kulkeedel. Det er på forhånd umiddelbart indlysende, at det er af afgørende betydning for driftsøkonomien, at der medgår så få udgifter som muligt til transport af brændsel og betjening. Det må derfor anbefales,

at man indretter et avnetransportanlæg, ved hjælp af hvilket avnerne suges fra en vogn direkte ind i rummet, hvor betonkassen står, og hvorfra de kan skovles ind i betonkassen over siloen.

Jo færre gange, der skal fyres pr. døgn, med andre ord, jo større rumfang betonkasse og silo har, desto mindre bliver betjeningsudgifterne. I det oven for beskrevne tilfælde var siloen dog ret lille (diameter 500 cm, højde 245 cm).

Jeg har opstillet følgende kalkule for en avnestoker, eksempelvis for en 10 m² kedel:

Forudsætninger:

Levering og montering af 10 m² kedel og stoker: 11 000 kr.

Silo, betonkasse, elektr. installation, div. bygningsarbejder: 5 000 kr.

Avnesugningsanlæg incl. kanaler og montering: 4 500 kr.

Driftskalkule:

| | |
|--|-------|
| Forrentning og afskrivning 10 % af 11 000 kr. | 1 100 |
| do. do. 7 % af 5 000 » | 350 |
| do. do. 10 % af 4 500 » | 450 |
| Elektricitet | 300 |
| Kørsel af 70 t avner | 300 |
| Pasning og fyring | 1 000 |
| | 3 500 |

Kalkule for fyring med kul i en 10 m² magasinkedel:

Forudsætninger:

Kedel incl. montering 4 000 kr.

Driftskalkule:

| | |
|---|-------|
| Forrentning og afskrivning 10 % af 4 000 kr. | 400 |
| 32 t kul à 110 kr. pr. t | 3 500 |
| Fyring og pasning | 500 |
| | 4 400 |

Jeg er ganske klar over, at de ansatte udgifter til transport og betjening er meget problematiske. Kørselsudgifterne vil delvis falde i en tid, hvor der er ringe beskæftigelse i landbruget, således at transporten i sådanne perioder i realiteten rimeligvis intet koster.