

KUNSTIG TØR KING AV TORVSTRØ MED UTNYTTELSE AV SØLENERGI.

Foredrag på årsmøte i Det norske myrselskap den 25. februar 1959.

Av siv.ing. Rich. H. Westergaard, Sentralinstitutt for industriell forskning.

Først skal vi kort redegjøre for sakens utvikling. Landbruks-høgskolen på Ås har ved siv.ing. Todnem (3) arbeidet med låve-tøking av høy. Ved denne metode blåses uoppvarmet uteluft gjennom høyet med en vifte (4). Man mente at denne metode kanskje også ville egne seg for ettertøking av torvstrø. For midler stilt til rådighet av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd lot Det norske myrselskap Sentralinstitutt for industriell forskning ved forfatteren foreta en laboratoriemessig vurdering av denne metode, bl. a. ved å gjøre en del laboratorieforsøk. Resultatet av undersøkelsen er tidligere offentliggjort (1, 2). Saken ble også lagt frem under «Landbruksveka» for to år siden. Konklusjonen på denne foreløpige undersøkelsen var at man mente det ville være riktig å undersøke metoden nærmere ved praktiske forsøk. På dette tidspunkt hadde dr. philos. Eilif Dahl, professor Gotfred Kvifte og siv.ing. O. Todnem, alle ved Landbrukshøgskolen på Ås, søkt Forskningsrådet om midler til å prøve en forbedret utgave av tørkemethoden. Prinsippet er her at man lar luften passere under et svart dobbelttak, hvorved den vil oppta varme via taket fra solstrålene som treffer det. Forskningsrådet foreslo at man skulle kombinere de to saker og bevilget kr. 15.000,— til bygging og drift av et lite teknisk anlegg. Dette anlegg ble bygget på Åneby Huminalfabrikk hos Alf Ording, og en er Alf Ording og hans formann Einar Kjær stor takk skyldig.

Arbeidet har vært drevet av Sentralinstituttet i samarbeid med et arbeidsutvalg, bestående av direktør Aasulv Løddesøl, formann, ingeniør Lars Egeberg jr., ingeniør Andreas Ording, o.r.sakfører A. Valen-Sendstad og konsulent Ole Lie og fra Norges Landbrukshøgskole dr. philos. Eilif Dahl.

Forsøkene er nå avsluttet, og en har foretatt en bearbeidelse av forsøksmaterialet og en vurdering av hele prosjektet. Dette arbeid er beskrevet i vår rapport av februar 1959 til Det norske myrselskap og i et populært foredrag holdt på «Landbruksveka» i år.

Litt teori.

Det har formodentlig liten interesse her å gå dypere inn i de teoretiske betraktninger som ligger til grunn for beregningene. Men for å kunne forklare anleggets virkemåte og grunnlaget for vår vurdering er det nødvendig at vi ofrer litt tid på å forklare prin-

sippet for tørking i sin alminnelighet. I den tørketype som vi her beskjeftiger oss med, foregår tørkingen ved hjelp av oppvarmet luft. Det fins også andre typer av tørker, hvor energien tilføres tørkegodset på annen måte. Tørking med luft beror på at luften har en viss evne til å oppta fuktighet. Prinsippet er da i all enkelhet at den luft som går inn i tørkegodset må være forholdsvis tørr, og vannet i tørkegodset vil da fordampe og gå over i luften som fører det bort. Det vil sikkert i denne forbindelse interessere å vite hvor meget fuktighet luften kan ta opp. Dette fremgår av tabell 1.

Tab. 1. *Luftens vanninnhold ved 100 % relativ fuktighet.*

Temperatur ° C	0	5	10	15	20	25	30
Fuktighetsinnhold g pr. m ³	4,8	6,8	9,4	13	17,3	23	30,2

Her er luftens evne til å oppta fuktighet anført ved forskjellige temperaturer. Mens 1 m³ luft kun kan oppta ca. 5 gram vann ved 0°, vil den ved 30° kunne oppta ca. 30 gram. Går man til enda høyere temperaturer, stiger luftens evne til å ta opp vann meget raskt. Man forstår lett at skal man føre bort en viss mengde vann ved hjelp av tørkeluft, er varm luft langt mer effektiv enn kald. Dette er noe som alle mennesker har erfart mange ganger.

Tenker man seg en kjele med vann på en kokeplate og at det skal kokes bort 1 liter av vannet, vil de fleste vite at det tar sin tid og man bruker strøm. Det medgår omtrent 0,7 kWh for å fordampe 1 kg vann. Dette tall avhenger noe av temperaturen og er litt høyere ved fordamning enn ved 100°. Den varmen som således forbrukes for å overføre ett kg vann til vanndamp, kalles med et faguttrykk fordampningsvarmen. Når man tørker ved hjelp av tørr, varm luft, er den energi som skal fordampe vannet akkumulert i luften og avgis ved at denne nedkjøles når vannet fordamper fra tørkegodset. Ved tørking av torvstrø har vi flere ganger målt at luftens temperatur har sunket hele 13 grader ved å passere det fuktige torvlaget. Hvis luften på forhånd er mettet med fuktighet, hjelper det ikke hvor varm den måtte være. Det skjer ingen avkjøling og ingen fordamning når den passerer tørkegodset. Er luften derimot tørr, har den evnen til å fordampe vann ved å avkjøle seg selv. Den har med andre ord et disponibelt energiinnhold. Dette avhenger ikke bare av luftens fuktighet, men også i høy grad av dens temperatur, hvilket naturligvis kommer av at varm luft har evnen til å oppta vesentlig mer vanndamp enn kald luft og derfor vil undergå en sterkere nedkjøling når den kommer i berøring med tørkegodset.

Opprinnelig hadde man tenkt å basere tørkingen utelukkende på denne luftens naturlige tørkeevne, dog således at luften passerer

forbi viftens motor og varmes noe opp av spillvarmen fra denne. Ved at man bruker et soltak (vi skal komme tilbake til det litt senere) hvor luftens temperatur heves, oppnår man at luften som går inn på tørkegodset, blir tørrere og varmere og følgelig har økt evne til å fordampe vann. I denne forbindelse vil det være viktig å vite at ikke all den energi vi tilfører luften som spillvarme fra motoren og ved soloppvarming, kommer tørkeprosessen til gode. Det forholder seg nemlig slik, at hvis vi f. eks. tar fuktig uteluft og varmer den opp 10 grader og lar den passere tørkegodset, så vil den ikke kjøles ned igjen 10 grader ved passasjen, men f. eks. bare 6, fordi den da er mettet med fuktighet. Det vil si at 4 av de gradene luftens temperatur blir hevet, kommer ikke tørkeprosessen til gode, men resulterer i en oppvarming av avgående luft. I dette tilfelle sier vi at virkningsgraden er 60 %. Denne virkningsgrad er også temperaturavhengig; omkring 0° er den 46 % og omkring 25° 74 %. Igjen ser vi betydningen av høy temperatur. Etter denne korte innføring i tørketeori, skal vi gå over til å se på selve den praktiske utførelsen.

Anlegget på Åneby.

Fig. 1 viser et skjematisk snitt av tørkeanlegget på Åneby Huminalfabrikk.

Anlegget består av en bingje med falsk bunn (spilebunn). Bingen fylles gradvis med torvstrø, og tørkeluften blåses ved hjelp av en vifte gjennom denne. Bingen er 3,6 m bred og 6 m lang. Selve spilegulvene er trukket inn 0,5 meter fra omkretsen for å unngå at luften skal unnvike langs veggene uten å gjøre noe nytte. Viften står i et viftehus utenfor husveggen. Tørkeluften kommer gjennom et firkantet trerør ned fra taket. Her har den passert mellom det opprinnelige bølgeblikketaket som er dekket med harde huntonittplater og et overliggende sortlakkert tak av galvaniserte panneplater. Der er en spalte på 5 cm mellom de to tak, og langs hele takskjegget er det lagt en samleklasse, hvor luften samles opp.

Driften av dette anlegg foregikk på den måten at man tilførte 3—6 m³ spilltorv av gangen. Når den torv som var fylt på begynte å bli tørr, fylte man på mer og holdt på slik inntil torvlaget var blitt så tykt at luftmengden begynte å bli liten. Da tømtes anlegget, og man begynner på nytt. Vi hadde fryktet at det ville være vanskelig å oppnå en god fordeling av tørkeluften, men dette punkt bød ikke på noe alvorlig problem.

Trykkforhold.

Lufthastigheten ble jevnlig målt ved hjelp av pitotrør i kanalen ned til viften. Den tilsvarende hastighet under dobbelt-taket varierte

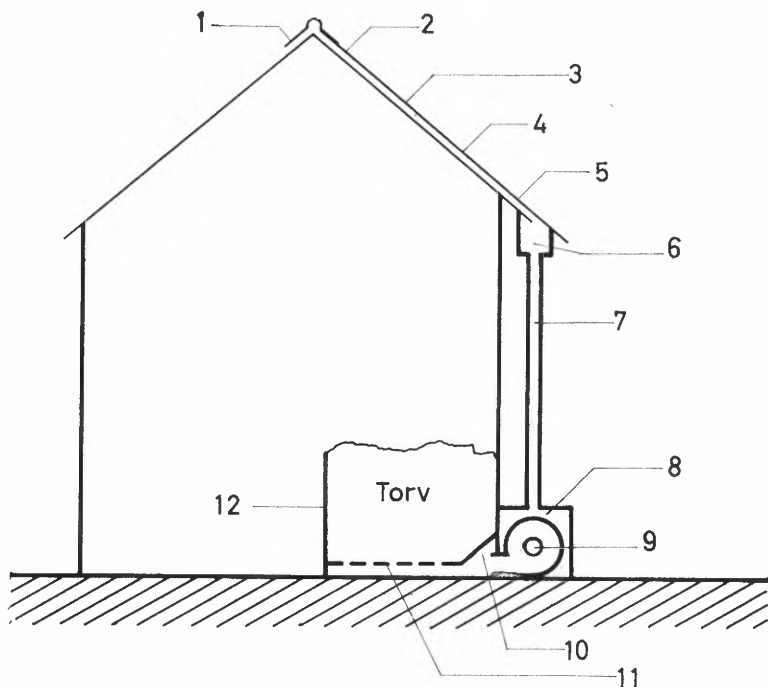


Fig. 1. Silo-tørke med soltak for tørking av strøtorv.

1. Mønekam.
2. Sortlakkerte panneplater $6000 \times 6150 \text{ mm} = 37 \text{ m}^2$.
3. 50 mm spalt dannet av $1'' \times 2''$ lister i ca. 280 mm avstand.
4. 5 mm hårde Huntonittplater.
5. Opprinnelig bølgeblikktag.
6. Samlekanal $6000 \times 600 \times \frac{200 + 800}{2}$
7. Nedføringsrør 500×500 .
8. Viftehus.
9. Vifte 10,9 Hk.
10. Fordelingskanal 6000×700 .
11. Gulv 3600×6000 , spilegulv 2300×5000 , spalter 3 mm mellom $2'' \times 3/4''$ lekter.
12. Løse bingevægger.

mellom 8,5 og 11,5 m pr. sek., med 10 m pr. sek. som et godt middel. Lufthastigheten viste korrelasjon til det totale trykkfall, som varierte mellom 60 og 90 mm vannsøyle. Herav faller normalt 20 mm vannsøyle på sugesiden. Dette tap har ved de aller minste fyllinger med tilsvarende høy lufthastighet vært oppe i 30. Det største trykktap $20 + 70$ ble målt da man hadde en fylling på 48 m^3 .

En viktig forutsetning for god lønnsomhet er at luften oppnår

høy vannmetning når den går gjennom torven. Erfaringene tyder på at man kan oppnå det. Således vil et lag rå torv på ca. 25 cm i en tid sikre en fuktighet i avgående luft på ca. 80 % selv med et temperaturfall på tørkeluften gjennom torvlaget på 10 grader. Et lag halvtørr torv under gjør det lettere å komme opp i høy fuktighet. På særlig tørre og varme dager er det vanskelig å komme opp, men man har observert 88 % fuktighet i avgående luft ved et temperaturfall på 13 grader. Samme dag som man tømte anlegget for 48 m³, målte man 83 % fuktighet ved 10 graders temperaturfall. Ved sammenblanding av øvre og undre lag var torven da fullstendig tørr nok (ca. 30 %). Høyden på torvlaget var da ca. 1,5 m. På gode dager hadde inngående luft en temperatur mellom 28—34° C. Det høyeste temperaturfall, nemlig 13 grader, tilsvarer en nytteeffekt på 48 kW eller 70 kg fordampet vann pr. time. I godvær er 8 grader nokså normalt middel mellom kl. 8 og 17 i juli.

Selve stellet av tørken var enkelt og greit. Derimot viste det seg å være meget vanskelig å skaffe spilltorv til enhver tid. I regnværperioder var spilltorven for våt, og når spilltorven var passe tørr, hadde man det ofte så travelt med berging av torv, at det var vanskelig å avse tid til sanking. Å basere et anlegg utelukkende på spilltorv vil være temmelig upraktisk. I hvert fall bør man da ha et mellomlager for fuktig torv, slik at man til enhver tid har torv å fylle på tørken. I stedet for spilltorv kan man selvfølgelig bruke fresetorv eller torv som blir revet i fuktig tilstand. Man prøvde å fylle anlegget med torv i klumpform, men dette var ikke hensiktsmessig; for det første la torven seg såvidt tett at man fikk lite luft igjennom, og for det annet gikk tørkingen svært langsomt.

Vi skal senere komme tilbake til omkostningene ved kunstig ettertørking av torv. Her skal bare forutskikkes den bemerkning at tørking av helt rå torv vil gå altfor langsomt. Man er nødt til å forhåndstørke til ca. 60 % fuktighet før man kan tenke på å behandle torven i et anlegg for kunstig ettertørk.

Teorien for soltaket.

Det har hittil et par ganger vært nevnt at anlegget er utstyrt med et dobbelt tak for utnyttelse av solens strålevarme. Det er kjent at ganske store energimengder stråler ned på jorden som solskinn. I tabell 2 er anført det antall kWh som kommer inn pr. m² og døgn.

Tabell 2. Innfallende solenergi.

April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Middel
4,0	5,7	5,4	5,2	4,0	2,5	4,47 kWh pr. døgn m ² .

Man kan fristes til å si at denne energi er helt gratis, og at det burde være en opplagt lønnsom affære å ta vare på den. Fullt så

enkelt er det naturligvis ikke, og det har i tidens løp vært gjort mange forsøk på utnyttelse av solenergien i strøk hvor den innfallende energimengde er betydelig større enn her i landet (5, 6). Men resultatene har hittil vært av minimal økonomisk betydning. Den vesentligste hindring er at man har vært interessert i å oppnå relativt høye temperaturer. Grunnen til at man så optimistisk på en anvendelse av solenergi i vårt tilfelle, var at man kunne dra full nytte av en meget beskjeden temperaturstigning hos tørkeluften.

Hvis man suger meget lite luft gjennom dobbelt-taket, vil temperaturen på en fin solskinsdag kunne stige temmelig høyt i vindstille vær. Taket vil da tape praktisk like meget energi som det mottar, ved at det stråler og leder varmen ut igjen. Man får altså sterk oppvarming av luften, men lav virkningsgrad. Hvis man derimot suger rikelige mengder med luft under taket, vil denne luft kjøle panneplatene fra undersiden, og disse vil bare ha en beskjeden overtemperatur i forhold til omgivelsene, og tapet av varme ut fra taket vil derfor være lite. Med andre ord, man får en høy virkningsgrad, men svak oppvarming av luften. Høy virkningsgrad hos soltaket er naturligvis bra, men man må være klar over at det ikke skjer uten omkostninger. Skal man suge store mengder luft frem under dobbelt-taket og blåse den videre gjennom tørkegodset, vil det kreves en stor og kostbar vifte med en sterk motor som bruker meget strøm. Man må derfor avpasse forholdene slik, at man alt i alt får et størst mulig netto utbytte. Dr. Ellif Dahl og prof. Gotfred Kvifte ved Landbrukshøgskolen har utviklet en eksakt teori for beregning av disse forhold. En publikasjon vil bli offentliggjort i nær fremtid. Ved fabrikk på Åneby prøvde man å treffe et noenlunde praktisk kompromiss og valgte da en lufthastighet på 10 m pr. sek. under taket. Viften var i dette tilfelle en del overdimensjonert, da vi ikke på forhånd kjente det nøyaktige trykk-tap gjennom torvmassen. Forholdene ble derfor noe ugunstigere m. h. t. omkostninger enn de kunne ha vært. Ved hjelp av det beskrevne soltak oppnådde vi maksimalt en temperaturstigning på 10 grader. Dette betyr omregnet til elektrisk energi 33 kW. Taket var på 37 m², og vi hadde således en topp-effekt på 0,09 kW pr. m². Gjennomsnittseffekten var imidlertid vesentlig mindre. Beregninger og forsøk har vist at fra 60 til 90 % av innfallende solenergi overføres til tørkeluften.

Etter tilgjengelige meteorologiske observasjoner har vi beregnet hvilke energimengder som kan utvinnes ved hjelp av et tørkeanlegg av den størrelse vi har på Åneby. Man har regnet ut den utnyttbare energi som tørkeanlegget kan levere for månedene april til september. I tabell 3 er separat anført soltakets bidrag og bidraget p. g. a. luftens opprinnelige tørkeevne. En har regnet med 70 % virkningsgrad for soltaket selv.

Tabell 3. Netto innvunnet energi for tørkeformål.

Måned	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Virkningsgrad for tilført varme ..	0,54	0,60	0,66	0,68	0,66	0,60
Soltaketets effekt kWh	1680	2670	2680	2750	2050	1170
2 kW .12.30. »	390	430	480	490	480	430
Innvunnet fra soltaket	2070	3100	3160	3240	2530	1600
Luftens tørkeevne »	2800	4280	5330	4400	2670	2000
5 kW .12.30. »	975	1080	1190	1220	1190	1080
Innvunnet totalt »	5845	8460	9680	8860	6390	4680

Totalt for april—september ca. 44000 kWh

» » mai—august » 34000 »

Effekten fra den elektriske motoren er i tabellen fordelt med 2 kW som refererer seg til det arbeid som kreves for å føre luften frem under taket og ned til viftehøuset og 5 kW, som i det vesentlige tjener til å overvinne luftmotstanden i tørkegodset. Det fremgår av tabellen at man i juni innvinner over dobbelt så meget energi som i september. Den energimengde som her er utregnet, er basert på 100 % sammenhengende og effektiv driftstid 12 timer i døgnet og en oppfuktning av luften til 85 %. Tallene gjelder for Blindern ved Oslo. I praksis vil man ikke kunne regne med å utnytte denne energi fullt ut, idet det vil være perioder hvor man ikke får kjørt anlegget effektivt.

Lønnsomhet.

Det er allerede tidligere nevnt at anlegget funksjonerte tilfredsstillende, men det betyr ikke at det også er lønnsomt. I tabell 4 får vi se en sammenstilling som viser produksjon og omkostninger avhengig av torvens fuktighet.

Tabell 4. Produksjonskapasitet og strøm-
utgifter etter 5 øre pr. kWh.

% fuktighet i torven	80	70	60	50
Kg vann fjernet pr. balle	165	90	53	30
Antall baller pr. 180 dager	294	540	915	1612
» » » 120 »	227	417	708	1250
Strømutfgifter i kr. pr. balle, 180 dager	2,05	1,12	0,64	0,37
Strømutfgifter i kr. pr. balle, 120 dager	1,78	0,97	0,57	0,32

Strømforbruket er basert på:

$7 \text{ kW} \times 12 \text{ timer pr. dag} \times 0,05 \text{ kr. pr. kWh} \times 0,8 = 3,38 \text{ kr. pr. dag}$
eller $3,38 \times 180 = \text{kr. } 605$ for 180 dager og $\text{kr. } 405$ for 120 dager. Faktoren 0,8 kommer inn som en skjønnsmessig korreksjon, idet anlegget på grunn av dårlig vær, vil stå en del av tiden og da ikke bruker strøm.

Man legger merke til at det må fjernes mer enn tre ganger så

meget vann ved tørking av torv med fuktighetsinnhold 80 % som ved fuktighetsinnhold 60 %. Produksjonen blir derfor tilsvarende nesten bare en tredjedel. Tabellen viser også beregnede strømutgifter ved forskjellige fuktighetsinnhold for en driftssesong på 180 dager og for 120 dager. Når strømutgiftene blir lavere ved 120 dagers sesong, kommer det av at anlegget arbeider mer effektivt i de egentlige sommermånedene. Man har her ikke tatt med avskrivning på anlegget osv. Det er den rene utgift til viftestrøm det er snakk om. Man har redusert det teoretiske forbruk med en faktor 0,8 for å ta hensyn til at man ikke bruker strøm på regnværsdager da anlegget er avslått.

For å kunne beregne lønnsomheten av et anlegg av denne type er man nødt til å ta hensyn til avskrivning på anleggskapitalen. Anlegget på Aneby kostet kr. 9.400,00. Ved bygging av et nytt anlegg bør man ha automatikk for start og stopp i avhengighet av været og et arrangement for mellomlagring. På den annen side kan man kanskje spare noe inn på viftens størrelse. For enkelthets skyld har vi antatt at en enhet av den her beskrevne type vil koste kr. 10.000,00, og at et større anlegg eventuelt bygges ved flere parallellinstallasjoner av slike enheter. (Det er sannsynlig at anvendelse av større fifteneheter vil falle noe billigere.) Man har regnet med 15 % av anleggskapitalen for avskrivning, renter og vedlikehold, hvilket etter vår mening er et temmelig lavt tall. Tabell 5 viser meromkostningene ved kunstig tørking sammenlignet med naturlig tørking. Beregningen er basert på produksjon av 700 baller på 120 dagers sesong og 60 % fuktighet i torven.

Tabell 5. Meromkostning ved solvarme-tørking.

Avskrivning	$\frac{10\,000 \times 0,15}{700}$	kr. 2,14
Elektrisk strøm	$\frac{7 \times 0,05 \times 12 \times 120 \times 0,8}{700}$	» 0,57
Betjening		» 0,87
Meromkostning ved transport av halvtørr torv		» 0,30
		<hr/> kr. 3,88
Innspart tørking ute		» 1,90
Meromkostning pr. balle		<hr/> kr. 1,98 <hr/>

Det fremgår at omkostningene ved ettertørking løper opp i kr. 3,88, hvorav avskrivning på kr. 2,14 dominerer bildet. Arbeidsomkostningen som er oppført med kr. 0,87, er selvfølgelig temmelig vanskelig å angi sikkert, og tallet må nærmest betraktes som en gjetning. Man har i Myrselskapets torvtekniske utvalg diskutert hva man vil

spare ved å ta torven inn direkte fra ranker eller krakk uten å tørke på hesjer eller i småhus. Av det anførte tall kr. 1,90 er kr. 1,00 arbeidslønn og kr. 0,90 avskrivning på utstyr. Meromkostningene ved kunstig ettertørk blir da ca. kr. 2,00. Dette tall må tas med forbehold. Det er mulig at man kan få det lavere under gunstige forutsetninger, men noen billig tørkemetode er dette ikke under noen omstendighet. Det måtte da være om man helt kunne se bort fra avskrivningen, hvilket er helt urealistisk. På den annen side betyr det at har man først skaffet seg et anlegg, vil det sannsynligvis lønne seg å bruke det.

Soloppvarming kontra annen oppvarming av tørkeluften.

Kunstig ettertørking blir under alle omstendigheter forholdsvis kostbart, men det kan allikevel tenkes å ha sin interesse, spesielt hvis man har kunder som forlanger særlig tørr vare. Det kan også være fristende å skaffe seg en tilleggsproduksjon, selv om fortjenesten på denne skulle bli noe mindre enn normalt. Men man kan ikke si noe om metodens brukbarhet uten at man sammenligner den med en tørke basert på konvensjonell energi. Til sammenligning har vi derfor gjort et overslag over en tørke med elektrisk oppvarming og en effekt på 50 kW, som svarer omtrent til topeffekten av anlegget på Aneby. Ved kunstig oppvarming av luften vil man formodentlig varme denne atskillig høyere opp enn tilfelle er når man bruker soloppvarming. Varmes luften opp fra 15—100°, kan man få inn de 50 kW i en vesentlig mindre luftmengde enn ved soloppvarming. Man kan da klare seg med en vifte på 0,5 m³ pr. sek. istedenfor 3 m³. Derved blir viften meget mindre og billigere. Vi har anslått at et komplett anlegg av denne art vil koste ca. kr. 6.000,00. Hvis anlegget drives i 180 dager med drift natt og dag, vil det forbruke 218.000 kWh. Forutsetter man som før en nedtørking av torven fra 60 til 30 % og antar en virkningsgrad på tørken på 70 %, tilsvarende dette en produksjon på ca. 4.000 baller. I tabell 6 har vi satt opp en omkostningsberegning på samme måte som for soloppvarmet luft.

Tabell 6. Meromkostning ved elektrisk tørking.

Avskrivning	$6000 \times 0,15$	kr. 0,22
	4000	
Elektrisk strøm	$218000 \times 0,05$	» 2,72
	4000	
Betjening		» 0,87
Meromkostning ved transport av halvtørr torv		» 0,30
		kr. 4,11
Innspar tørking ute		» 1,90
Meromkostning pr. balle		kr. 2,20

Vi ser at omkostningene i dette tilfelle helt domineres av utgiftene til elektrisk strøm. Avskrivningen blir ubetydelig, fordi man får et meget større kvantum å fordele den på. Sammenligner man med beregningen foran, finner man at meromkostningen i dette tilfelle er 22 øre høyere enn for soloppvarmet luft. Man må imidlertid være klar over at i dette tilfelle er strømprisen avgjørende. Får man spillkraft billigere enn 5 øre, eller kan man ordne seg med et hensiktsmessig fyringsanlegg, blir tørking med kunstig oppvarmet luft billigere enn med soloppvarmet. Kunstig oppvarming har dessuten den meget store fordel at den er uavhengig av været. Investering og plassbehov i forhold til kapasiteten er bare en brøkdel av det som kreves for et solanlegg. Vi kan summere opp mangler og fordeler ved solenergi sammenlignet med elektrisk eller annen energi i følgende konklusjon: Solenergiens fordeler er at den er billig å produsere og ikke forbundet med noen brannfare. Mangelen er det meget store plassbehov og den høye investering.

Vurdering av selve soltaket.

Det kan i denne forbindelse være morsomt å vurdere lønnsomheten av selve soltaket som sådant. Tabell 7 viser energiprisen for varme fra soltaket alene.

Tabell 7. Energiprisen for varme fra selve soltaket alene.

Driftstid	April-sept. 180 dager	Mai-aug. 120 dager	Juni-juli 60 dager	Juni 30 dager
Innvunnet fra taket kWh	20800	15800	8250	4330
Spillvarme fra motoren	3470	2310	1150	580
Totalt kWh	24270	18110	9400	4910
Viftestrøm a kr. 0,05 pr. kWh	174	115	58	29
Avskrivning 15 % 3.000,00 ..	450	450	450	450
Totalt kr.	624	565	508	479
Øre pr. kWh	2,54	3,12	5,40	9,75

Tallet 3000 kr. er prisen på overtaket med samlekanal + et tillegg for den noe større vifte som trenges ved soltak. Man har her regnet ut bruttoenergien, dvs. uten å ta hensyn til selve tørkens virkningsgrad. Det fremgår at ved en sesong på 180 dager blir energiprisen for soloppvarming av luften ca. 2,5 øre pr. kWh, men hvis sesongen blir kortere enn 60 dager, vil denne energi bli dyrere enn elektrisk kraft etter 5 øre pr. kWh. Hvis man igjen ser bort fra avskrivningen, ser man at hver kW viftestrøm samler inn 6—7 kW solvarme. Forsåvidt er anlegget gunstig. Det er mulig at man kan forbedre disse forhold er god del ved å gjøre soltaket vesentlig større enn siloarealet og

bruke en lav lufthastighet under taket. Man vil da oppnå en høyere temperatur på luften ved samme viftearbeid. Virkningsgraden på taket blir selvfølgelig noe mindre og taket noe dyrere, men det er allikevel sannsynlig at en slik modifikasjon vil lønne seg. Det er også mulig at viftens energiforbruk i vårt tilfelle er stipulert noe i høyeste laget. Under diskusjonen etter foredraget antydte dr. Eilif Dahl at en kanskje kan halvere de anførte priser. Hvis Landbrukshøgskolen på As arbeider videre med metoden, vil man forhåpentlig senere kunne presentere et tall som er mer i overensstemmelse med det beste man kan vente å oppnå i praksis. Hvis man skulle prøve å trekke en konklusjon av de betraktninger vi har gjort gjeldende, måtte det være at den energi vi kan utvinne ved soloppvarmet uteluft, prismessig så noenlunde kan konkurrere med annen energi.

Konklusjon.

Den energimengde som innvinnnes for tørkeformål fra uteluft oppvarmet med soltak er forholdsvis liten i relasjon til investering og plassbehov. Tørkingen blir dessuten fortsatt avhengig av godvær. Vi tror derfor ikke at denne løsning av tørkeproblemet vil få nevneverdig betydning for torvstrøindustrien. Det er dog mulig at mindre anlegg for produksjon basert på spilltorv eller annen torv og leilighetsvis ettertørk av partier som er for rå, vil være lønnsom i visse tilfelle. Kan man lage denne energi vesentlig billigere enn beregnet her, vil lønnsomheten bedres, men produktjonskapasiteten blir fremdeles for liten til å få større betydning for torvstrøproduksjonen, selv om metoden skulle vise seg formålstjenlig i landbruket.

Litteraturhenvisninger.

- (1) Rich. H. Westergaard: «Kunstig tørking av torv». Meddelelser fra Det norske myrselskap (1957), nr. 6.
 - (2) Rich. H. Westergaard: «Tørking av torv». Teknisk Ukeblad, 104 (1957), nr. 34.
 - (3) Odd Todnem: «Kunstig tørking av ungt gras». Norsk Landbruk 19. årg. 1953 nr. 6, s. 144 — 147, nr. 7, s. 169 — 174.
 - (4) Georg Segler: «Die Belüftungstrocknung von Heu». ETZ Ausgabe B Elektrotechnische Zeitschrift, Heft 9, sept. 1958, p. 325 — 328.
 - (5) H. C. Hottel and B. B. Woertz: «The Performance of Flat-Plate Solar Heat Collectors.» Transactions of The A.S.M.E., Febr. 1942, p. 91 — 103.
 - (6) J. I. Yellott: «Power from Solar Energy», Transactions of The A.S.M.E., August 1957, p. 1349 — 1359.
-