

KUNSTIG TØR KING AV TORV.*)

*Av sivilingeniør Rich. H. Westergaard,
Sentralinstitutt for industriell forskning.*

Innledning.

Nærværende undersøkelse er foretatt for midler stilt til rådighet av Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd for Det norske myrselskap. Prinsippet med lavtemperaturtørking (silotørking) er brukt ved tørking av gress m. m. og er tidligere bearbejdet av Landbruksteknisk Institutt på Ås (1)¹). Det var disse erfaringer som ga støttet til Myrselskapets interesse for saken, og vi har drevet saken i samarbeid med et utvalg bestående av direktør Aasuly Løddesøl, formann, sivilingeniør Odd Todnem fra Landbruksteknisk Institutt, konsulent Ole Lie og forfatteren. Myrselskapets torvtekniske utvalg, ingeniør L. Egeberg, ingeniør A. Ording og overrettssakfører A. Valen-Sendstad, har vært innkalt til de fleste av vårt utvalgs møter.

Torvstrøfabrikkene i Norge arbejder i dag nokså tungt til tross for at det er et stort behov for torvstrø. I regnfulle somre slik som i 1956 led mange av fabrikkene direkte tap. Det var derfor meget ønskelig om en kunne finne en lønnsom metode for kunstig tørking. Da råtorven har et tørrstoffinnhold på ned til 10 %, er det åpenbart at full kunstig tørking er utenkelig på grunn av de store omkostninger; transport, brensel og maskinleie. Det finnes en mengde litteratur om tørking av torv (2-3-4). Vår oppgave var imidlertid på forhånd begrenset til å undersøke muligheten for lavtemperatur-tørking som såvidt vites ikke er undersøkt tidligere.

Det var opprinnelig foreslått å bygge en relativt stor silo og gjøre forsøk en sesong med denne. Men ved nærmere ettertanke kom en til at en laboratorieundersøkelse med en teoretisk vurdering ville bli billigere og gi data som var mer anvendelige, bl. a. fordi værforholdene under forsøket ikke ville forstyrre.

I det følgende er resultatene av laboratorieforsøkene gjengitt nokså summarisk (i originalrapporten til Myrselskapet finnes alle observerte data). På basis av de fremkomne data, klimatabeller og teoretiske beregninger har en så vurdert metodens utsikter.

Eksperimentell del.**Naturtørking.**

Vi fikk inn en hel del prøver av torv i forskjellige stadler fra 9 forskjellige fabrikker. Det viste seg at vurderingen av fuktigheten

*) Denne artikkel er en noe forkortet utgave av «Tørking av torv» ved samme forfatter i Teknisk Ukeblad, nr. 34, 1957.

(1) Kfr. litteraturfortegnelsen.

KUNSTIG TØR KING AV TORV

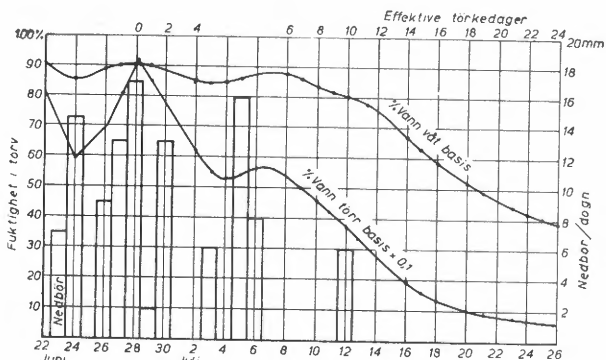


Fig. 1. Tøring i krakk ute.

varierer svært fra fabrikk til fabrikk, og at uttrykk som «stakketørr» langt fra er entydig. Betegnelsen tørr ble brukt på torv fra 40 til 17 % fuktighet, mens enkelte kaller selv 27 % for «noenlunde tørr». Vi har i det følgende antatt at 30 % svarer til tørr torv, men forskjellen i vanninnhold mellom 25 % og 30 % er liten, og vil ha liten betydning for omkostningene ved kunstig tørking. Vi prøvde å få et inntrykk av hvilken grad av fortørking fabrikantene kunne tenke seg å være interessert i. Midlet av fire mottatte «fortørkede» prøver lå på 50 %, mens en av prøvene lå på 79 %. Materialet skulle tyde på at selv om en må fortørke til 50 % er det interesse for kunstig ettertørking. Alle fuktighetsangivelser er når intet annet er sagt beregnet på våt basis.

Som et ledd i undersøkelsen av naturtørkingen ble det to ganger satt opp to «krakker» med rå torv på et tak på alboratoriebygningen. Dette tak lå nokså lunt og hadde sol hele dagen. Torvkrakkene som sto på et stativ ble veiet daglig og til slutt tørket helt ned, og fuktigheten beregnet. Resultatene fra et av forsøkene er gjengitt grafisk på fig. 1. Foruten fuktigheten på tørr og våt basis er det på figuren tegnet inn nedbørmengden etter oppgave fra Meteorologisk Institutt på Blindern. (Mindre enn en km borte.) Andre observasjoner er ikke anført, men kan skaffes.

Sommeren 1956 var en regnfull sommer, og de første 14 dagene fant ingen tørking sted. Fra 7. juli var det godvær, og på ca. 20 dager kom en ned i 40 % vanninnhold. En ser at vanninnholdet har avtatt sterkest i begynnelsen. En ser dette best av kurven basert på tørr basis. Ifølge Luikow (5) er tørkehastigheten konstant ned til ca. 70 % fuktighet. Under 70 % vil ikke overflaten lenger være helt våt, og tørkehastigheten avtar. På grunn av variasjonene i været kan en ikke vente «pene kurver», men forsøket synes å bekrefte at tørkehastigheten er noenlunde konstant til 70 % (våt basis) for så å avta mot slutten av tørkeperioden. Den 16. juli blir kurven for % vann

(tørr basis) påtagelig flatere. Fuktigheten på våt basis er da 67 %. Dette bekrefter antagelsen om at det er fornuftig å fjerne det meste av vannet ved naturtørk, som går raskt når torven er helt rå. Blir det på den annen side regn, er heller ikke skaden så stor på dette stadium.

Av fig. 1 sees at tørkingen setter inn den 28. juni. I tiden 3.—8. juli står den stille. Øverst på diagrammet er de «effektive tørkedager» anført, og vi kan sette opp følgende tabell over forløpet:

Antall effektive dager	10	13	16	19	22	(27)
% fuktighet	80	70	60	50	38	(30)

Det er klart at sjansen for 16 dagers godvær er svært meget større enn sjansene for 27. På den annen side, hvis det er god tørk i luften, er det meget lønnsomt å forlenge tørketiden 3 dager fra 16 til 19 dager, da det reduserer den vannmengde som skal fjernes ved ettertørk til nærmere det halve (jfr. tabell V).

Det ble også gjort et tørkeforsøk i tiden 24. august til 24. september, men fuktigheten kom ikke lengre ned enn til vel 80 % selv om det var en del godvær. Det antas at natteduggen er årsaken til at tørkingen stoppet opp.

Likevektsfuktighet.

De fleste organiske stoffer vil i kontakt med vanlig luft holde en viss fuktighet vesentlig avhengig av luftens relative fuktighet. Vi har undersøkt torvens likevektsfuktighet ved romtemperatur. Det viste seg at torven har lav likevektsfuktighet og derfor lar seg tørke selv av luft med høy relativ fuktighet. Dette forhold er gunstig, for såvidt som det muliggjør en god utnyttelse av tørkeluften. En risikerer heller ikke noen oppfuktning av torven ved høy utefuktighet. På den annen side er det ugunstig fordi en vil komme til å tørke en del av torven langt mer enn ønskelig.

Varmgang.

Korn og høy utvikler varme hvis de lagres fuktig. Denne varmen kommer tørkeprosessen til gode, men er skadelig for produktets kvalitet og for utbyttet. Torven er et dødt materiale, og ved lagring av strøtorv uansett fuktighet har en ikke påvist varmgang. En nærmere undersøkelse av forholdene ble ikke mulig innen den økonomiske ramme av denne undersøkelse. Vi har gått ut fra at varmgang ikke kan finne sted. Ved f. eks. høy er det meget sjenerende at den del av fyllingen som ikke måtte få ordentlig tørk vil bli skjemt. Ved torv vil et slikt fuktig parti ikke være så farlig.

Tørkeforsøk.

Den tørkemetode som skulle undersøkes er basert på at uteluft blåses gjennom et sjikt av fuktig revet torv. Luften tilføres ikke annen varme enn den som utvikles i vifte og motor. I praksis er vi

interessert i å vite hvilken luft-hastighet og hvilken sjikthøyde vi bør bruke og hvor nær metning avgående luft vil komme. Når en kjenner disse forhold, kan en på basis av klimatabeller beregne tørkekapasitet pr. kvadratmeter gulvflate og medgått elektrisk energi. Vi var dessuten interessert i å vurdere vanskelighetene med å oppnå jevn luftfordeling. For å undersøke disse forhold bygget vi en kvadratisk silo med 1 m sidekant og 2,2 m høyde, løst lokk med en kvadratisk tut med sidekant 200 mm (se fig. 2). Siloen var utstyrt med falsk bunn, men uten egentlig strupearrangement for luftfordeling. En sentrifugalvifte på 1,5 Hk med spjeld på sugesiden skaffet luft. Den var oppgitt å levere $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ ved 100 mm VS. (vannsøyle).

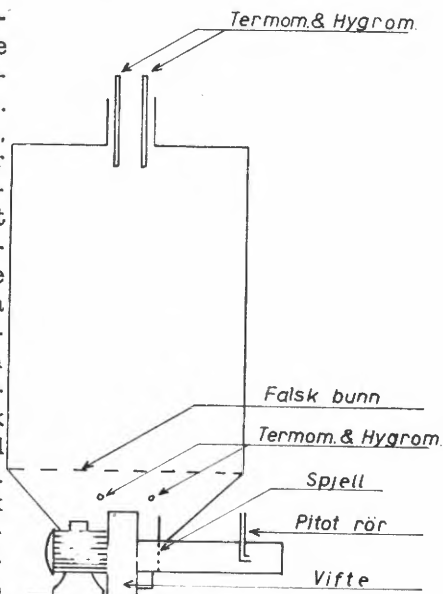


Fig. 2. Forsøktørke.

Luftmengden ble målt med pitot-rør i tilsugningsrøret for viftens. Fuktigheten ble målt med hårhygrometer og psykrometer. Fuktigheten i inngående luft kunne økes ved å tilføre direkte damp i innsugningsrøret. Temperaturen var hele tiden romtemperatur. Viftens effektforbruk ble ikke målt. Ved lavere temperatur er den vannmengde som opptas pr. kg luft mindre, og en skulle vente at det var lettere å oppnå høy relativ fuktighet på avgående luft.

Forsøkene ble gjort med revet torv. Denne inneholdt adskillige knyttnevestore klumper. Da vi fikk den, var den svært fuktig, og den ble fortørket ved at vi spredte den ut over gulvet en tid. Torven ble så fylt i siloen, og det ble gjort forskjellige forsøk, hvert av noen timers varighet. Herunder tørket torven noe ut. Fyllingen er således ikke helt identisk i alle forsøkene. For disse forsøk hadde vi en romvekt som tilsvarer 144 kg torv pr. m^3 regnet som tørr torv (30 %). Torven «setter seg» noe når en får stor sjikthøyde og krymper litt sammen under tørkingen, men en bør ikke basere sine beregninger på høyere romvekt enn her angitt. Hvert forsøk ble kjørt så lenge at det ble oppnådd stasjonære forhold. Hvis torven har stått en tid, har den antatt værelsestemperatur, og man har unormale forhold inntil torven får avkjølt seg til likevektstemperatur (våtkuletemperatur). I løpet av to timer ble forholdene meget nær stasjonære.

Trykktapet er en viktig faktor. Høyt trykktap resulterer i

liten luftmengde pr. kWh og dermed dårlig utnyttelse av uteluftens tørkeevne. Trykktapet setter grensen for hvor høyt sjikt man kan regne med i tørkeanlegget. Som man måtte vente er trykket nær proporsjonalt med sjikthøyden. Trykktapet er nokså stort. Ved en sjikthøyde på 2 meter kommer man opp i vel 200 mm VS. Ved den beskjedne lufthastighet av 6 cm/sek. (Ved høytørking brukes vanligvis 12 cm/sek. med et trykktap på 20 mm VS.) Det kan tenkes at en grovere riving vil bedre forholdet. Målingene viste videre at trykktapet er nær proporsjonalt med lufthastigheten. Ved en sjikthøyde på 93 cm fant vi et trykktap på 85 mm VS. ved 6 cm/sek. og 160 mm VS. ved 12 cm/sek. Velges for høy lufthastighet blir ikke bare trykktapet høyt og virkningsgraden dårlig, men en risikerer utblåsning. Dette er svært kjedelig da det stjeler masse luft som ikke gjør noen nytte og fører til opphvirvling av støv. Det er dessuten vanskelig å få stampet igjen et slikt hull.

Etter at de egentlige forsøk var avsluttet ble siloen fylt på ny og innholdet tørket ned. Herunder sank trykktapet etter som tørkingen skred frem. Det er ingen tvil om at torvfibrene trekker seg sammen når de tørker, og at en derfor får lavere trykktap. Men en vesentlig del av den observerte minskning av trykktapet skyldes kanaldannelse langs veggene. For å få et mer entydig uttrykk for trykktapet ble siloen tømt og fylt opp på ny med den samme torvmengde etter at den var tørket. Dette ga en sjikthøyde på 130 cm mot opprinnelig 172, og trykktapet ble nå 11, respektive 17 cm VS. ved henholdsvis 6 og 10 cm/sek. lufthastighet. Men under omfyllingen smuldret torven sterkt opp. Hadde den fått ligge i ro ville trykktapet utvilsomt blitt adskillig mindre. Noe mål for hvor meget trykktapet synker som følge av tørkingen har vi således ikke, men forandringen er nok meget vesentlig.

Fuktighet i avgående luft. Ved lufthastighet 6 cm/sek. var fuktigheten i avgående luft (ved 172 cm sjikthøyde) 94 %, men ved 12 cm/sek. sank den til 87 %.

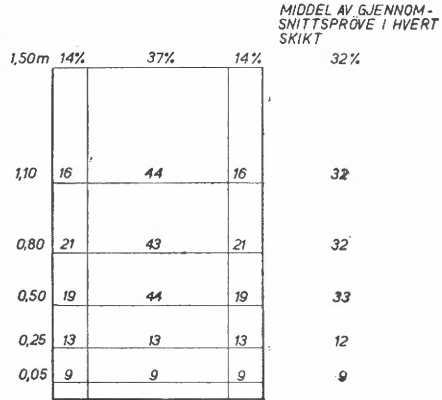
Er innkommende luft svært tørr, når den ikke samme metningsgrad som når den er fuktig. Således fikk vi i et av forsøkene 90 % fuktighet i avgående luft når inngående luft lå over 60 %, mens inngående luft på 32 % bare nådde opp i 82 %. I praksis forekommer sjelden fuktigheter på under 50 %. Gjennomsnittet ligger på over 70 %.

Sjikttykkelsens betydning for fuktigheten i avgående luft gir ikke forsøkene noen beskjed om. Man skulle vente at stor sjikthøyde ville gi bedre metning. Men forsøkene har ikke bekreftet dette. Forholdet ble ikke nærmere undersøkt, da andre hensyn vil være avgjørende for den sjikttykkelse man vil arbeide med.

Luftfordeling. Etter utførelsen av de beskrevne forsøk ble anlegget kjørt noen dager inntil avgående luft begynte å vise synkende fuktighet. Tørken ble så tømt, og det ble tatt ut prøver i seks sjikt. Resultatet er vist på fig. 3. Som ventet har en kraftig over-

tørking funnet sted i bunnen. Vi ser dessuten at torven langs veggene har tørket kraftig mens en kjerne i midten praktisk talt ikke har tørket i det hele tatt.

Det er lett å forklare dette forhold. Utenfor siloen var temperaturen ca. 20° mens den inni var nede i 14° C. Det har derfor kunnet skje en varme-transport gjennom veggen som har påskyndet tørkingen her. Dermed er luftmotstanden blitt mindre, og disse sjikt har trukket til seg en stadig større del av luftstrømmen. Krypning av hele torvmassen har virket i samme retning. Forsøket viser at faren for ujevn tørk er betydelig, og at en ikke bør ha lufttilførsel nær veggene. Ved de lave sjikt og store flater som blir aktuelle i praksis spiller veggeffekten for øvrig liten rolle.



PROFIL AV TØRKEFORLØPET

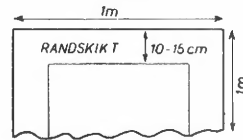


Fig. 3. Skjema over tørkingens forløp i tørkens forskjellige partier.

Konklusjon.

En kan gjøre seg håp om å nå omkring 90 % fuktighet på avgående luft. Den praktiske sjikthøyde kan ved begynnelsen av tørkingen være ca. 1,5 meter og ved etterfylling kan man antagelig gå opp til ca. 2,5 meter. Lufthastigheten vil ligge på ca. 6 cm/sek. eller litt over, særlig hvis en ikke etter-fyller mot slutten av tørkingen. Viftens trykk kan være 200 à 250 mm VS. En bør være forberedt på at det kan by på vanskeligheter å få jevn luftfordeling.

Teoretisk del.

Tørkemekanismen.

Å tørke er det samme som å fordampe vann. Dette krever energi som tas fra luften. Skal tørking finne sted, vil derfor luftens temperatur synke og fuktigheten i luften øke når den passerer tørkegodset. Er luften på forhånd svært fuktig, kan den ikke oppta mer vann, og det skjer ingen ting. Naturtørk er basert på at uteluften er så tørr at den kan oppta fuktighet. Ved kunstig tørking varmes luften opp. Herunder blir dens absolutte vanninnhold uforandret, og den relative fuktighet (forholdet mellom den vannmengde den inneholder og den som teoretisk kan opptas) avtar.

Tabell I. *Daglig variasjon i temperatur og relativ fuktighet for Oslo.*

Kl.	Mars		April		Mai		Juni		Juli		August		September	
	%	°C	%	°C	%	°C	%	°C	%	°C	%	°C	%	°C
0	78,3	-1,8	74,6	2,6	73,2	7,8	74,8	12,4	81,3	14,3	85,0	13,3	88,3	9,5
1		-2,1		2,2		7,3		11,8		13,8		13,0		9,2
2	79,6	-2,3	76,8	1,9	75,8	6,9	78,4	11,3	84,7	13,4	87,0	12,7	89,3	9,0
3		-2,6		1,6		6,6		11,0		13,1		12,4		8,8
4	80,6	-2,8	77,9	1,4	77,8	6,4	79,2	11,0	85,4	13,0	88,0	12,2	89,9	8,6
5		-2,9		1,2		6,8		11,7		13,4		12,2		8,5
6	81,4	-3,1	77,6	1,5	74,0	7,6	72,5	12,8	79,6	14,4	85,8	12,8	90,1	8,5
7		-3,0		2,3		8,7		13,9		15,4		13,7		9,1
8	80,5	-2,5	72,6	3,4	66,4	10,0	64,0	15,2	69,9	16,6	77,6	15,0	85,3	10,3
9		-1,7		4,5		11,1		16,2		17,7		16,0		11,3
10	76,2	-0,6	64,6	5,6	59,2	12,3	56,5	17,4	61,2	18,9	69,2	17,1	76,0	12,5
11		0,3		6,6		13,2		18,2		19,8		18,0		13,5
12	68,4	1,2	58,6	7,4	54,4	13,9	53,0	18,9	56,2	20,6	63,4	18,7	68,0	14,3
13		1,8		8,0		14,4		19,4		21,0		19,1		14,9
14	64,7	2,2	54,9	8,3	52,7	14,6	51,2	19,5	53,7	21,2	62,1	19,4	63,5	15,3
15		2,2		8,3		14,6		19,5		21,2		19,3		15,2
16	65,2	1,9	54,4	8,0	52,9	14,2	53,5	19,2	55,0	21,0	63,5	19,0	64,6	14,7
17		1,4		7,4		13,7		18,7		20,4		18,3		14,0
18	69,4	0,7	58,0	6,8	54,8	13,0	56,9	18,0	60,6	19,6	67,5	17,6	72,7	13,0
19		0,1		5,8		12,1		17,1		18,7		16,6		12,0
20	73,4	-0,4	65,2	4,8	61,2	10,9	62,6	16,0	68,2	17,6	75,7	15,6	81,3	11,3
21		-0,9		4,1		9,9		14,8		16,4		14,8		10,7
22	76,2	-1,2	70,8	3,5	68,6	9,0	70,4	13,8	76,6	15,6	81,3	14,2	85,4	10,2
23		-1,6		3,0		8,4		13,0		14,9		13,7		9,8
24	78,3	-1,8	74,6	2,6	73,2	7,8	74,8	12,4	81,3	14,3	85,0	13,3	88,3	9,5
Middel	74,5	-0,7	67,2	4,6	64,2	10,6	64,4	15,4	69,4	17,2	75,5	15,6	79,5	11,4

Vi skal ikke her gå i detalj med disse beregninger. Det kan være nok å nevne at teoretisk trenges det 0,68 kWh for å fordampe 1 kg vann. I praksis vil en imidlertid tape en del varme ved at luften etter å ha passert tørken er oppvarmet noe. Den andel av varmen som nyttiggjøres varierer en del med temperaturen på inngående luft. Ved 0° C trenges det således 1,47 kWh pr. kg fordampet vann mot 0,92 kWh pr. kg vann ved 25° C (forutsetningen for denne beregning er en moderat luftoppvarming og samme, 90 %, relative fuktighet på inngående og avgående luft). Den varme det her er snakk om, er i vårt tilfelle den motoreffekt som tilføres viften idet denne elektriske energi kommer tørkeprosessen til gode som varme.

Foruten dette bidrag til tørkingen kommer den tørkeevne luften har når dens fuktighet er under ca. 90 %. Den totale tørkeeffekt utgjøres av summen av luftens naturlige tørkeevne og den tørkeevne som skyldes tilført energi. Nytten av luftens naturlige tørkeevne er proporsjonal med den luftmengde som blåses gjennom torven. Vi kan beregne denne luftmengde på basis av de trykktap etc. som vi har observert.

I originalartikkelen i Teknisk Ukeblad er der gjort detaljert rede for slike beregninger og interesserte kan studere dem der. Her skal bare nevnes at under de ugunstigste forhold som interesserer, skyldes ca. halvparten av bidraget luftens naturlige tørkeevne. På tørre sommerdager øker dette bidrag til det fem dobbelte, mens nytten av den elektriske energi samtidig øker med ca. 30 %.

Værets betydning.

La oss så se hva man kan vente i praksis. I Geofysiske Publikasjoner Vol. XV, nr. 1, side 24, finnes en tabell over den daglige gang i relativ fuktighet for Oslo. En finner her tabeller for hele landet, men vi har valgt å gjengi Oslo. I samme verk, Vol. XIV, nr. 1, side 48, finnes oppgave over temperaturvariasjonene. Disse tabeller er middelverdier over 38 år. Nedenfor er gjengitt en tabell over temperatur og fuktighet for sommerhalvåret, samt en nedbørstabell.

Tabell II.

Nedbørstabell for Oslo (middeltall for 1901—1930).

	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
Nedbør mm	44	36	42	40	48	58	69	107	56	75	55	55
Regndager 1 mm	10	8	9	8	9	9	10	12	8	11	10	11
Regndager 10 mm	0,7	0,7	0,7	0,9	1,5	1,8	2,2	3,5	1,8	2,6	1,7	0,9

På basis av gjennomsnittsverdiene har vi regnet ut fordampningen pr. kWh for disse måneder:

Tabell III.

Kg vann fordampet pr. kWh avhengig av årstiden.

April	Mai	Juni	Juli	August	September
1,91	2,22	2,69	2,46	1,96	1,39

Middelverdi 2,1 kg vann/kWh.

Vi har her regnet med døgn-gjennomsnitt. Det er ikke gitt at dette blir helt korrekt. For juli, som viser de største døgnvariasjonene, har vi for å kontrollere dette forhold slått sammen noenlunde like timer i døgnet til tre grupper:

Tabell IV. *Døgnvariasjonens betydning for juli.*

Antall timer	10	8	6	
Midlere rel.fukt. %	82,3	64,7	55	
» temperatur °C	14,1	18,2	21	
Fordampet kg/kWh	1,3	2,86	5,18	
Fordampet totalt kg	13	23	31	Sum = 67

Korrekt middelfordampning over hele døgnet 67/24 = 2,79 kg/kWh. Tidligere funnet verdi basert på døgnmiddelverdiene for fuktighet og temperatur var 2,46 kg/kWh, eller ca. 14 % for lav. Det vil nok vise seg at en kontrollregning av de andre måneder viser samme tendens, men i mindre grad. Det er lett å forstå at det må forholde seg slik, da temperaturavvikelsene i gunstig retning gir større utslag enn avvikelsene i dårlig retning. I virkeligheten vil variasjonene i været være større enn i de middelverdier som her er anvendt. En beregning basert på middelverdiene vil derfor også av denne grunn ha en tendens til å bli for ugunstig. I motsatt retning virker det at svært tørr luft ikke «får tid» til å ta opp så meget vanndamp at den avgående luft når helt opp i 90 % fuktighet. Stort sett synes det å gi et ganske bra holdepunkt å basere seg på måneds-middelverdiene.

Driftstiden og anvendelse av sirkulasjonsluft.

Vi har hittil forutsatt at anlegget går dag og natt i seks måneder. Ved gresstøking slår man ofte viften av ved særlig høy utefuktighet, eller man kjører en del av luften i sirkulasjon gjennom viften som dermed leverer mindre, men varmere luft. Da torven har så lav likevektsfuktighet, vil det ikke lønne seg å kjøre med sirkulasjonsluft i viften uten at fuktigheten ute er over 90 %.

Om en skal stenge anlegget av når det er særlig kaldt og fuktig må avgjøres i det enkelte tilfelle. Det vil avhenge først og fremst av strømprisen, men ønsket om å få tømt tørken snarest for ny innlegging og lignende vil være med å avgjøre hva som lønner seg.

I stedet for sirkulasjonsluft i viften kan man anvende et spjeld, men ved redusert levering vil de fleste vifter trekke mindre strøm, og dermed får anlegget en noe mindre kapasitet enn ved sirkulasjonsluft.

Anleggets størrelse.

Anvendes verdiene fra tabell III, ser vi at pr. kWh fordampes 2,1 kg vann, eller det medgår 0,48 kWh pr. kg fordampet vann. Erfaringene fra høy-tørk har gitt et strømforbruk på 0,54 kWh/kg. Vår verdi er basert på avgående fuktighet 90 %. Det vil sikkert være for gunstig til sine tider. Den høyere luftmotstand gjør at vi får mindre luft gjennom massen pr. kWh enn ved høy-tørk. Dette skulle betinge en dårligere utnyttelse av strømmen i vårt tilfelle. I torvens favør kommer dens lave likevektsfuktighet. Det er vanskelig å stille noen helt nøyaktig prognose. Vi vil imidlertid benytte de beregnede verdier, da de representerer den øvre grense, og så får en heller etterpå vurdere den nødvendige margin.

Tallet 2,1 er gjennomsnittet for hele sommerhalvåret. Hver installert kW vil fullt utnyttet fordampe $2,1 \times 180 \times 24 = 9000$ kg. Produksjonsutbyttet avhengig av fuktighet i inngående torv er satt opp nedenfor.

Tabell V. *Produksjon pr. installert kW pr. 180 dager.*

Utgangsfuktighet i torv	80	70	60	50
Kg vann fjernet pr. balle	165	90	53	30
Produksjon i baller	55	100	170	300
Strømomkostning/balle etter 2 øre/kWh	1,65	0,86	0,51	0,28

Vi har regnet med 1600 kg luft/kWh. Med en lufthastighet på 6 cm/sek. tilsvarer dette 5,7 m² gulvflate pr. installert kWh.

Skal en f. eks. tørke 6000 baller fra 60 % vil dette kreve 35 kWh installasjon og en gulvflate på 200 m². Tilsvarende tall for andre forutsetninger kan lett regnes ut.

Antall fyllinger kan nå beregnes. I våre forsøk fant vi en romvekt på 183 kg torv pr. m³ ved fuktighet 45 %, omregnet til ferdig vare med 30 % fuktighet blir det 144. Med en sjukthøyde på 2 meter får en inn 280 kg/m² eller $280/60 = 4,7$ baller pr. m². På 200 m² blir det 940 baller pr. fylling hvilket gir ca. 6,4 fyllinger pr. sesong, svarende til en tørketid på 28 dager i middel. For de enkelte måneder blir tørketiden forskjellig.

Tabell VI. *Tørketidens avhengighet av årstiden.*

	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Tørketid i dager	31	26	22	24	30	42

Praktisk utforming av tørkeanlegg, anleggsomkostninger.

Trykkfallet gjennom massen avtar med avtagende fuktighet. Her er derfor en stor risiko for skjevfordeling av luften. De stedene hvor torvlaget er løst eller tynt vil trekke mest luft, tørke fort ut og trekke enda mer luft, hvilket til og med kan føre til at det blåses hull i torvlaget på et slikt punkt. Slike fenomener vil være plagsomme og nedsette anleggets kapasitet og virkningsgrad. Ut fra dette synspunkt mener vi det vil være fordelaktigere å installere flere adskilte vifter enn en eller to store. En viftestørrelse på ca. 5 kW synes å være hensiktsmessig. Den vil betjene ca. 30 m² gulvflate. Systemet med små vifter har dessuten den fordel at det tillater en gradvis utbygging og gjør det mulig å bruke bare en del av anlegget når det er ønskelig. Viftene bør av hensyn til brannfaren (f. eks. i forbindelse med lynnedslag) plasseres utenfor bygningen i en liten brannherdig kasse som tar vare på spillvarmen fra motoren. En bør dessuten ta inn luften et stykke over bakken, da luften helt nede vil være fuktigere.

Fordelingen av luften kan ordnes på mange måter, men det billigste og mest fleksible antas å være å legge kanaler over gulvet. Vi har antatt at kanaler på 40 cm bredde med en centeravstand på 1 meter vil gi tilstrekkelig jevn tørk. Her får en prøve seg frem i praksis. Systemet lar seg lett forandre om nødvendig. Avhengig av plassforholdene vil hver vifte betjene 3 til 6 kanaler. Det vil være ønskelig om kanalene og deres åpninger ut mot torven kan dimensjoneres så rikelig at en får samlet alt trykkfallet i selve torven, da får en den maksimale luftmengde igjennom. Av samme grunn er det ønskelig med høy viftevirkningsgrad. I fig. 4 er vist en skisse av en 5 kW enhet.

En kan begrense risikoen for skjevfordeling av luften ved å introdusere luftmengde-begrensnings-dyser på passende steder. Det mest hensiktsmessige vil være å la dette skje i spaltene i fordelingsrennene. En ordner seg da slik at trykktapet normalt er lite, men skulle torven overtørkes lokalt, vil de trange spaltene hindre at den mangedobbelte luftmengde slipper ut på slike steder. Den største innvending mot et slikt system er at kanalene da må bygges temmelig nøyaktig og derfor blir dyrere, men det kan godt tenkes at en blir nødt til å gå denne vei. Først bør en prøve med billige renner med rikelige åpninger. Ved en slik tørkemetode vil torven få en ujevn tørk. Like inntil rennene blir torven for tørr, mellom rennene og oppå for fuktig. Under tømningen må en passe på å få blandet tørr og fuktig torv slik at det jevner seg best mulig ut.

En vifte på 5 kW med motor koster ca. 2000 kr. Ved en installasjon på 35 kW vil derfor viftene komme på ca. 14.000 kr. Ligger forholdene vel tilrette skulle en kunne få hele anlegget installert i en eksisterende bygning for under 25.000 kr.

En forutsetning for lønnsomhet må være hensiktsmessige transportanordninger. Innkommende fortørket klump bør tømmes under

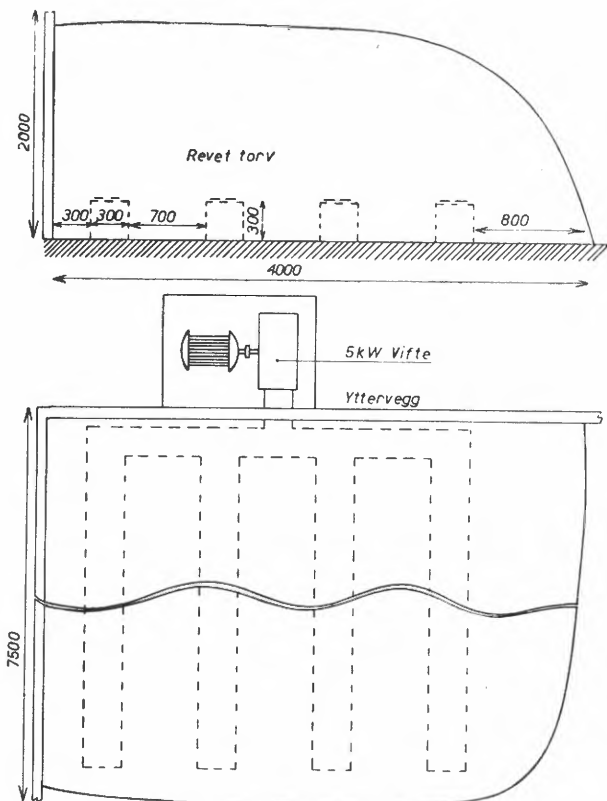


Fig. 4. Skisse av en 5 kW tørkeenhet.

et lite overbygg og derfra mates rett inn i riveren som enten i seg selv arbeider som vifte eller leverer massen videre til en vifte. Viften må så blåse torvstrøet på plass over tørkerennene. En må ha et egnet fordelingsutstyr som kan spre torvstrøet jevnt ut der hvor den skal være. Torven bør rives jevnest mulig for å unngå at tunge og lette partikler skiller lag og havner på forskjellig sted. Dette arrangement kan nok bli ganske dyrt i anskaffelse. Det kan tenkes å bli enklere dersom vifte-river kan kjøres frem og tilbake langs veggen. Uttakingen fra tørkerommet bør også mekaniseres, helt eller delvis. For dette formål kan det være verd å overveie om det lønner seg å bruke flyttbare ballepresser.

Det har ikke vært hensikten med foreliggende arbeid å ta opp den konstruktive utforming i detalj, og vi vil la det bli med antydningen ovenfor. Vi vil imidlertid påpeke to forhold som kan føre til ubehagelige overraskelser. Ved den foreslåtte driftsmåte kan støv fra overtørket torv, transportanlegg, utblåsninger etc. komme til å

bli ganske sjenerende. Under tørkingen fuktes luften sterkt opp, og hvis en ikke sørger for *avdeling* og/eller god ventilasjon vil en kunne få kondensasjon av fuktighet under taket med derav følgende soppdannelse og råte. Dessuten vil maskiner og utstyr være sterkere utsatt for rust enn i vanlig torvstrøfabrikk, dersom en ikke treffer hensiktsmessige forholdsregler.

Lønnsomheten av kunstig tørking.

Ved kunstig ettertørk vil en få en del ekstra utgifter:

1. Strøm til drift av anlegget.
2. Amortisasjon og renter av selve tørkeanlegget.
3. Leie av gulvareal som en enten må ta fra lagerplassen eller som må bygges nytt.
4. Økt omkostning ved innkjøring av torv av nesten dobbelt vekt.
5. Arbeid med pass av tørken og eventuelt merarbeid i forbindelse med innlegging og uttaking.
6. Økt assuransepremie.

Hva en vil vinne ved kunstig ettertørk avhenger litt av de lokale forhold og de metoder som anvendes på myren. Har en først hatt arbeidet med å hesje torven eller legge den i småhus eller lignende arrangementer, bør en vel i de fleste tilfelle la torven tørke ferdig. Torven er nå ikke lenger særlig utsatt for oppfukting, og merutgiften med å vente til den er tørr blir bare leien av hesjer eller småhus og forrentning av det arbeid som er nedlagt. Det kan vel uten særlig regning fastslås at det da vil lønne seg å la torven tørke ferdig ute.

Skal ettertørken lønne seg, må fortørkingen være billigst mulig. Fortørking i krakk like ved det sted hvor torven stikkes eller tørking direkte på bakken av fresetorv vil være det mest nærliggende. Ved at en tar inn torven ved 50—60 % fuktighet vil en kunne ta den tidligere enn ellers.

Vi har prøvd å vurdere statistisk hvor meget større sjanser det er for å få 14 dagers sammenhengende tørk enn det er for å få 3 ukers sammenhengende tørk. Dessverre mangler vi de nødvendige data for en eksakt beregning, men kan konstatere at sjansen for å berge torven i hus forbedres meget vesentlig hvis en kan klare seg med 14 dagers tørk ute.

Besparelsen ved kunstig ettertørk skulle bli disse:

1. En sparer arbeidet med innlegging i småhus eller hesjing.
2. En sparer leie av småhus eller hesjer.
3. En får en høyere produksjon å fordele generalutgifter og fabrikkleie på.
4. En får større produksjon, og hvis ikke omkostningene øker for meget, større absolutt fortjeneste.
5. En får en hurtigere produksjon og derfor mindre kapitalbehov og rentetap pr. produsert enhet.

I tillegg til disse rent økonomiske gevinster vil en ha jevnere arbeid til folkene og dermed lettere for å skaffe seg arbeidshjelp. En kan dessuten kanskje få noe gunstigere fordeling av produksjonen i forhold til etterspørselen. I dårlige år vil en kunne få en relativt langt større produksjonsøkning enn i gode år, hvor en ikke har det samme behov for ettertørk. Risikoen for et år å være praktisk talt uten reduksjon elimineres når en har anlegg for kunstig ettertørk. En må dog være klar over at også den kunstige tørking er avhengig av været, selv om den er ufølsom for kortere perioder med regn.

Det er ikke så lett å foreta noen almenyldig beregning av disse utgifter og besparelser, da forholdene varierer. Vi disponerer heller ikke i øyeblikket over særlig sikre oppgaver. Nedenstående lønnsomhetsberegning bes derfor tatt med forbehold. En har i hovedsaken fulgt et opplegg som er gitt av sekretær Lie i Det norske myrselskap. Beregningen er basert på de tall som en har regnet seg frem til i det foregående. I disse tall er det ikke tatt inn noen margin, de bygger også på forutsetningen om 90 % fuktighet i avgående luft. På den annen side har en regnet med en nokså forsiktig lufthastighet. Den egentlige margin ligger imidlertid i forutsetningen om 60 % fuktighet i torven. Går man ned til 50 % dobles tørkekapasiteten og strømutgiftene halveres.

Tabell VII.

Omkostninger pr. balle med og uten kunstig tørking.

	Uten tørk 8000 baller	Med tørk 8000 + 6000 baller
1. Stikking	1,80	1,80
2. Krakking	0,40	0,40
3. Tørking i småhus, hesjetørk eller lignende	1,00	—
4. Inntalling	0,70	1,00
5. Elektrisk strøm à 2 øre/kWh (se tab. V)	—	0,51
6. Riving og pressing	1,60	1,60
7. Pass av tørke	—	0,10
8. Leie av anlegg eksklusiv tørke 5000 kr./år	0,62	0,36
9. Avskrivning og forrentning av tørkeanlegg 2500 kr./år	—	0,18
10. Leie av lagerplass og transportinntretn. 2500 kr./år	—	0,18
11. Administrasjon, renter av driftskapital	1,00	0,80
12. Assuranser, trygder m. m.	0,12	0,10
13. Diverse variable omkostninger	0,20	0,20
	7,44	7,23

En ser av denne beregning at en kan gjøre seg håp om å produsere torvstrø til omtrent samme pris med og uten kunstig tørk ved ettertørk fra 60 %. Nå er enkelte av postene i oppstillingen en del usikre. Man kan som konklusjon si at forutsatt gunstige lokale forhold ser det ut til at kunstig ettertørk kan lønne seg. Kan man fortørke fra 50 % blir tørkeutgiftene betydelig redusert. Man kan derfor like gjerne uttrykke resultatet av oppstillingen slik: Lønnsomhetsgrensen for kunstig tørking ligger ved fortørking til ca. 60 % fuktighet. Skal en bare foreta en svak ettertørk, f. eks. fra 50 eller 45 % må anlegget være så mekanisert at ettertørken ikke medfører noe som helst merarbeid i form av transport eller håndtering. Forhold som taler til fordel for en slik installasjon er:

1. At spillkraft kan leveres til 2 øre pr. kWh eller mindre.
2. At den eksisterende elektriske installasjon kan tåle en ekstra belastning på ca. 35 kW uten vesentlig omkostning til ombygging.
3. At det finnes en bygning som kan disponeres for formålet uten at en derfor behøver bygge nytt lager.
4. At det ikke allerede er investert for meget i hesjer eller småhus.
5. At været er ustabil(!).
6. At de foreliggende transportmetoder i fabrikken passer.

Det vil avhenge av disse forhold om en kan anbefale bygging av tørkeanlegg. En skulle tro at enkelte fabrikanter vil være interessert. Inflasjonstendenser gjør det fordelaktig å investere, da en med synkende pengeverdi lettere kan forrente og avskrive investeringene.

Sammenfattende oversikt.

En har eksperimentelt undersøkt forløpet av naturtørk i krakk og silotørking av revet torv med kald luft. Disse resultater er sammenholdt med værobservasjoner og teoretiske betraktninger.

Tørkingen må foregå i sjikt på 1,5—2,5 m høyde. Luften kan ha en hastighet på 6 cm/sek., og trykktapet blir ca. 200 mm VS. Tørketiden blir da fra 22 til 42 dager avhengig av årstiden når en har fortørket til 60 % fuktighet. Det vil da gå med ca. 25 kWh pr. balle. Lønnsomheten vil avhenge av en rekke forhold, bl. a. strømprisen og om det eksisterer passende lokale på stedet. Det skulle imidlertid være mulig å drive lønnsom ettertørk under visse forhold.

En tørketype som lar seg bygge ut trinnvis er beskrevet. Det anbefales at en bygger en installasjon på 5 kW ved en eller flere fabrikker for å vinne erfaring.

Konklusjon.

Den videre fremgangsmåte bør bli at i et hvert fall en fabrikk installerer et forsøksanlegg på 5 kW for å vinne inn erfaring. Dette anlegg vil koste ca. 3000 kr. i anskaffelse. Det en først og fremst må

finne ut er hvorvidt en med enkle midler kan oppnå god luftfordeling. En del målinger av oppnådd lufthastighet, fuktighet i avgående luft og trykktap bør også utføres.

Foreligger resultatene fra en slik prøvedrift i en sesong, vil en lett kunne ta standpunkt til bygging av større anlegg da disse består av flere små ved siden av hverandre.

Litteraturliste.

- 1) Odd Todnem: Kunstig tørking av ungt gras. Norsk Landbruk, 19. årg., 1953, nr. 6, side 144—147, nr. 7, side 169—174.
- 2) Department of scientific and industrial research (England): Bibliography of Industrial Drying, Vol. III, Dec. 1951. Peat, p. 706—716.
- 3) J. G. Thaulow: Vær og torvtørk. Meddelelser fra Det norske myrselskap, nr. 2, 1925.
- 4) » » » : Nuværende tilvirkning og bruk av torvstrø. Meddelelser fra Det norske myrselskap, nr. 1, 1927.
- 5) A. V. Luikow: The Drying of Peat. Ind. & Eng. Chem., Vol. 27, No. 4 (April 1935), p. 406—409.

DEMONSTRASJON AV BELTETRAKTOR FOR TORVTRANSPORT PÅ MYR.



To-hjulstraktoren «Moto-Standard» med belteutstyr prøvekjøres på Helsetmyra. (Fot. L. O. G.).