

# FYSIKALSKE EGENSKAPER I TORV

Av sivilingeniør Sv. Skaven-Haug.

Foredrag den 11.12.1972 under Det norske myrselskaps symposium om myr og torv.

Fysikalske egenskaper i naturmaterialet torv er avhengig av planteopprinnelse og omvandlingsgrad. I denne fremstillingen velges det å behandle *fibertorv*, dvs. den lite omvandlede mosetorven svarende til omvandlingsgrad H 1–H 4. Denne torven har fra gammelt av hatt betegnelsen strøtorv etter dens bruk i stall og fjøs. Idag er den råmateriale for dyrkingstorv og veksttorv og også for endel teknisk betonte produkter. Dessuten har interessen for oppdyrking av fibertorvmyr blitt større i de senere år.

## MENGDEFORHOLD

Torv består helt overveiende av rent organisk materiale med romvekt  $1,50 \text{ t/m}^3$  og en liten del mineralisk materiale med romvekt  $2,70 \text{ t/m}^3$ . I lite omvandlet sphagnumtorv er mineralinnholdet oftest så lite som 2–4 vektprosent og midlere romvekt for fastsubstansen blir bare ubetydelig større enn  $1,50 \text{ t/m}^3$ . Vann og luft kan forekomme i sterkt vekslende mengder.

Ved kjøp og salg er man først og fremst interessert i mengde av torvsubstans. Vann og luft er gratismaterialer som det ikke skal betales for. Man kan også være interessert i et mer eller mindre tørt materiale og tørking kan være en kostbar prosess.

Mengde av torvsubstans i myr, bulk, pakning eller ferdigvare uttrykkes presist ved hjelp av *volumdel* av materialets hele volum, f.eks.  $0,074 = 7,4 \%$ . Ved å multiplisere med substansens spesifikke vekt fås *tørr romvekt*, f.eks.  $0,074 \cdot 1,50 = 0,110 \text{ t/m}^3 = 110 \text{ kg/m}^3$ . Disse betegnelser er entydige uttrykk for «pakkingsgrad», «tetthet» og «pressingsgrad». Når varedeklarasjonen inneholder pakningens volum og torvsubstansens volumdel er volum av torvsubstans i pakningen gitt.

## GRØFTING, BELASTNING OG KOMPRIMERING AV TORV I MYR

I ugrøftet myr er torven vanligvis mettet med vann helt opp til overflaten. Denne torven er et vannrikt materiale med ca. 97 volumprosent vann og ca. 3 volumprosent torvsubstans. Denne store porøsiteten, som er langt større enn i noe annet jordmateriale, gir fibertorven spesielle egenskaper av betydning både for landbruksmessig og teknisk utnyttelse.

Når vi tar grøfter i myr, vi kan for enkelhets skyld tenke på åpne grøfter, har vi erfaring for at torven blir tørr i overflaten og også farbar. Vi har også erfaring for at myroverflaten synker, og det må foregå en

komprimering i torven. Hva er det som skjer fysikalsk når vi grøtter i myr?

Det frie vannet som bare finnes i relativt store porer, og da i det aller øverste og lite omvandlede laget i myra, siger fra et høyere til et lavere sted, mot grøftebunnen. Lagtykkelsen som kan bli avvannet på denne måten kan dreie seg om få decimeter. Regn- og smeltevann følger samme vei. Under dette øvre laget er torven mer omvandlet og vannet er her så sterkt bunnet i torvstrukturen, dels som vann i lukkede porer og dels som kapillært bunnet vann at det er liten mulighet for å sige sideveis til grøtter. Vi har da også erfaring for at torven i mange år gammel grøftevegg er mettet med vann bare få centimeter innenfor overflaten.

Det må være en annen årsak til den vannavgivelse som betinger store setninger. Saken er at vi ved grøfting påfører en belastning som igjen klemmer endel av det tungt bevegelige vannet ut. Så vil noen kanskje avvise denne påstanden og si at grøfting, og kanskje til og med bortkjøring av grøftemassen, ikke kan være noen merbelastning. Jo, den er det. Før myra var grøftet, var torven dykket i vann og veide bare ca. 15 kg/m<sup>3</sup>. Etter grøfting mister pallen mellom grøftene, ned til samme dybde som grøftebunn, sin oppdrift og vekten øker til kanskje 800 kg/m<sup>3</sup>. Denne merbelastningen komprimerer torven over grøftebunnen, men også torven under grøftebunnen. Er myra dyp, kan grøftebunnen synke nesten like mye som myroverflaten. Da vannet i denne torven møter stor motstand i sin bevegelse, en motstand som øker med kompresjonen, får man synkninger i en årrekke.

En analogi fra geoteknikken har vi i det nå så berømte eksempel fra Holmenkollbanens tunnelanlegg i Oslo for mer enn 50 år siden. Tunnelene ble ført gjennom oppsprukket fjell som tappet vann og reduserte vanntrykket i sandlaget mellom fjell og overliggende leire. Sagt med andre ord: leirens oppdrift ble stjålet. Det ble store og ujevne setninger i overflaten, som igjen førte til millionerstatninger for skadede bygårder.

Vi har sammenlagt milelange strekninger med vei og jernbane over myr. Da vekt av bærelag og trafikklaster er en merbelastning er setninger ikke til å unngå. Hvis myrtykkelsen er jevn, blir også setningene jevne og derfor vanligvis uskadelige. Det kjennes eksempler fra Nordlandsbanen hvor setninger over myr er større enn 1 m, men da linjen har langsvank, er setningen uskadelig. Annerledes er forholdet over myr med småkuppert undergrunn. Her blir det nødvendig med løfting, dvs. påfylling for partier med størst dybde. Dette er en merbelastning som setter i gang nye setninger og man får et uforholdsmessig stort vedlikeholdsarbeide. På Hognestadmyrene på Jæren hadde man så sent som 50 år etter jernbanens åpning ujevne og plagsomme setninger, stadig grøfting for landbruksformål var sterkt medvirkende årsak. I stedet for å løfte og merbelaste over myrkulper valgte man tilsist å senke linjen hvor den hang igjen. Dette viste seg å være god taktikk.

Vi vender så tilbake til grunnproblemene ved grøfting i myr. Vi oppnådde etter kort tid et avvannet og mer bæredyktig topplag. På lengre

sikt oppnådde vi i underliggende torv kompresjon og økt fasthet. Vi vil gjerne ha en nærmere fysikalsk forklaring.

Fibertorv er, på samme måte som sand, en friksjonsjordart. Når sand belastes opptas hele lasten ved å overføre økt trykk korn mot korn, idet et eventuelt vanninnhold er lett bevegelig og ikke opptar nevneverdig av belastningen.

Så også med fibertorven i et helt eller delvis tørrlagt topplag. Torven må riktignok presses litt sammen, føttene synker litt ned i torven, forat fiberstrukturen skal bli bæredyktig, men ellers er det ikke prinsipiell forskjell fra sand.

Fibertorven kan sies å være armert med mose- og rottrevler, og har derfor, i motsetning til sand, også en viss strekkstyrke. For punktlaster (f.eks. hjultrykk) og langstrakte lastflater (f.eks., vei, jernbane) har strekkstyrken stor betydning for bruddstyrken. Veibyggere for tusener av år siden brukte bar, kvist eller halvklovinger på myroverflaten. Man overførte og dro nytte av treets strekkstyrke. I moderne byggevirksomhet er det tatt i bruk metall – eller plastnett.

Torven, som på lang sikt blir komprimert, får et stivere skjelett som bedre blir i stand til å overføre trykk fra fiber til fiber. Ved komprimeringen øker også antall fibrer pr. lengdeenhet i høyden, slik at også strekkstyrken øker.

Et viktig moment ved påføring av last i myr er at lasten påføres i tilstrekkelig sakte tempo, slik at torven får tid til å gi fra seg vann og oppnå økt bruddstyrke. Det kan være nødvendig å bygge opp en veifylling i flere høyderepriser. Utlegging av armeringsnett gir et umiddelbart bidrag til bruddstyrken.

## PRESSING AV TORV I FABRIKK

Utgangsmaterialet for en stor gruppe fabrikkvarer, omfattende dyrkingstorv og torv til teknisk bruk, er tørket og revet fibertorv i løst utfyllt tilstand. Mengde av torvsubstans i slik torv er noe avhengig av omvandlingsgraden. Når volumprosenten har vist seg å være lite variabel, med tallstørrelse ca. 3 %, må dette skyldes at mange myrer inneholder torv med omvandlingsgrad over hele skalaen H 1–H 4 og at blandingsmaterialet gir noenlunde ensartet kvalitet.

Andre forhold som kan tenkes å spille inn er rivingsgrad, vanninnhold og presserommets form. Under tradisjonelle forhold synes det ikke å være noen dominerende innvirkning.

Med valgt utgangspunkt i revet, løs torv med volumprosent  $\alpha_{v1} = 3,1$  % og tørr romvekt  $\gamma_{d1} = 0,047$  t/m<sup>3</sup> er i tabell 1 vist samspillet mellom volumprosent i ferdig vare for endel vilkårlig valgte salgskvaliteter A–E og *pressingstall*, definert som forholdet mellom torvmaterialets høyde før og etter pressing.

Tabell 1. Mengdeforhold og presstrykk for fibertorvprodukter.

Materialer	Før pressing			Etter pressing			Presstrykk			
	$h_1$ m	$ov_1$ %	$\gamma_{d_1}$ t/m <sup>3</sup>	$h_2$ m	$\frac{h_1}{h_2}$	$ov_2$ %	$\gamma_{d_2}$ t/m <sup>3</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	$\frac{h_1}{\bar{O}}$	$\frac{P}{s}$ kg/cm <sup>2</sup>
A										
Revet, løs fibertorv H 1-H 4 .....										
Strøtorv i balle 0,5 · 0,5 · 1,0 m .....	1,2	3,1	0,047	0,5	2,4	7,4	0,11			
Dyrkingstorv i pakning		»	»							
0,3 · 0,5 · 1,0 m .....	2,9	»	»	1,0	2,9	8,9	0,13	6,7	6,63	1,01
Jernbaneteknisk balle										
0,5 · 0,5 · 1,0 m .....										
Floralux 0,1 · 0,1 · 0,1 m .....	1,6	»	»	0,5	3,2	10,0	0,15	1,5	2,05	0,75
Malt, eltet, løs fibertorv H 1 - H 3 .....	0,4	»	»	0,1	4,0	12,4	0,19	7,2	3,54	2,03
Jiffy 7, Diam. 4,5 cm, h. 0,67 cm ..	0,07	5,8	0,087	0,067	10,5	60,6	0,91	943	1,56	605
Jiffy 7.		»	»	»			»			
( $\gamma_{O_2} = \frac{8,0}{7,0} \cdot 1,5 = 1,71$ t/m <sup>3</sup> )	0,08	»	»	»	11,9	53,2	»			

Betegnelser i teksten.

Resultatene er gjengitt i diagramform på fig. 1 som punktene A–E på den helopptrukne presselinjen. Betegnelser og de enkle matematiske forhold ved pressing er påført diagrammet. Det sees at av de oppførte salgskvaliteter er det materiale E som har størst pressingstall  $\frac{h_1}{h_2} = 4$  og tilsvarende stor volumprosent torvsubstans  $o_{v_2} = 12,4\%$  og tørr romvekt  $\gamma_{d_2} = 0,19\text{ t/m}^3$ .

Salgskvalitet G i tabell 1 adskiller seg på flere måter. Utgangsmaterialet er her en finmalt og eltet sphagnumtorv med  $o_{v_1} = 5,8\%$  og  $\gamma_{d_1} = 0,087\text{ t/m}^3$ , markert ved punkt F på fig. 1. Man kan merke seg at finmaling og elting gir et vektigere materiale enn vanlig revet torv. Romforholdene etter pressing er beregnet på grunnlag av det ferdige produkt ( $\emptyset = 4,5\text{ cm}$ ,  $h_2 = 0,67\text{ cm}$ ), uavhengig av romforholdene før pressing, med verdiene volumprosent torvsubstans  $o_{v_2} = 60,5\%$  og tørr romvekt

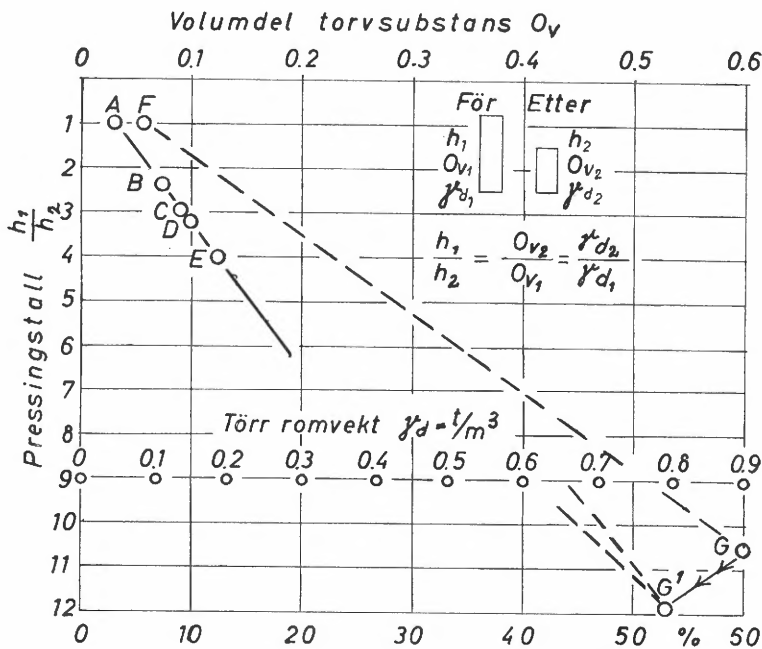


Fig. 1. Pressing av fibertorv. De vilkårlig valgte ferdige torvprodukter B, C, D, E og G har karakteristika som vist i tabell 1. AE er presselinjen for tradisjonelle produkter med utgangspunkt A i revet, løs fibertorv. FG (event. FG<sup>1</sup>) er presselinjen for et meget hardpresset produkt med utgangspunkt F i et finmalt og vektigere løsmateriale.

$\gamma_{d_2} = 0,91 \text{ t/m}^3$ . Dette er et særdeles hardpresset materiale, markert med punkt G i diagrammet. Den tilsvarende ifyllingshøyde i pressesylindern beregnes:

$$h_1 = h_2 \frac{\gamma_{d_2}}{\gamma_{d_1}} = 0,0067 \frac{0,91}{0,087} = 0,070 \text{ m} = 7,0 \text{ cm.}$$

Fabrikken opplyser at pressesylinderns høyde er 9,0 cm og at ifyllingshøyden er noe mindre, anslagsvis 8,0 cm, mens beregnet ovenfor til 7,0 cm. Dette gir den interessante indikasjon at selve torvsubstansen er presset merkbart sammen under det høye pressetrykket. Beregningsmessig er romvekt av organisk substans steget fra  $1,50 \text{ t/m}^3$  til  $\frac{8,0}{7,0} 1,5 =$

$1,71 \text{ t/m}^3$  og tilsvarende volumprosent for organisk substans blir  $\frac{0,91}{1,71} = 0,532 = 53,2 \%$ . Med det korrigerste pressingstall 11,9 får man punkt G<sup>1</sup> på diagrammet. Presselinjen FG<sup>1</sup> kjenner vi foreløpig lite til, det er mulig at det er en krum linje.

Det gjøres oppmerksom på at samtlige verdier for mengdeforhold i tabell 1 gjelder den rene torv, eventuelle tilsetningsstoffer er trukket fra.

## PRESSETRYKK

Ved prosjektering av presseutstyr for et nytt torvprodukt dukker spørsmålet opp om hvor stort pressetrykk som er nødvendig. Så vidt vites er det få tilgjengelige opplysninger og dette tyder på at konstruksjonene kan ha prøvet seg frem i hvert tilfelle.

For materialene C, D, E og G i tabell 1 foreligger det kjente pressetrykk, henholdsvis 6,7, 1,5, 7,2 og 943 kg/cm<sup>2</sup>. Disse pressetrykkene er meddelt av Nittedal Torvindustri, Norges Statsbaner og Jiffy-Pot A/S. Dette er et sparsomt materiale å bearbeide, men 4 punkter skulle allikevel gi en formening om arbeidskurvens utseende.

Det er innlysende at det må være avhengighet mellom det ferdige produkts fasthet, dvs. tørre romvekt, og nødvendig pressetrykk. En slik fremstilling er vist på fig. 2, hvor resultatene er markert med sirkler. Regelen kan da stemme om materialene C, D og E, med stort sett samme romvekt i tørr tilstand, sammenlignes med materiale G. Derimot stemmer ikke regelen om materialene C, D og E sammenlignes innbyrdes. Disse materialer med liten forskjell i tørr romvekt krever et ikke uvesentlig forskjellig pressetrykk, henholdsvis 6,7, 1,5 og 7,2 kg/cm<sup>2</sup>. Dette indikerer at også andre forhold enn tørr romvekt har betydning for nødvendig pressetrykk.

Når vi som omtalt foran er klar over at torv er et friksjonsmateriale, er det heller ikke vanskelig å forstå at *presserommets form* må ha betydning, og da på en slik måte at jo slankere det effektive presserommet er, desto større friksjon og motstand mot stemplets bevegelse. Forholdet er

velkjent bl.a. fra prøvetaking med stempelbor i friksjonsjordarter, hvor prøven etter en viss innskuddslengde kan sette seg fast i prøvesylindren.

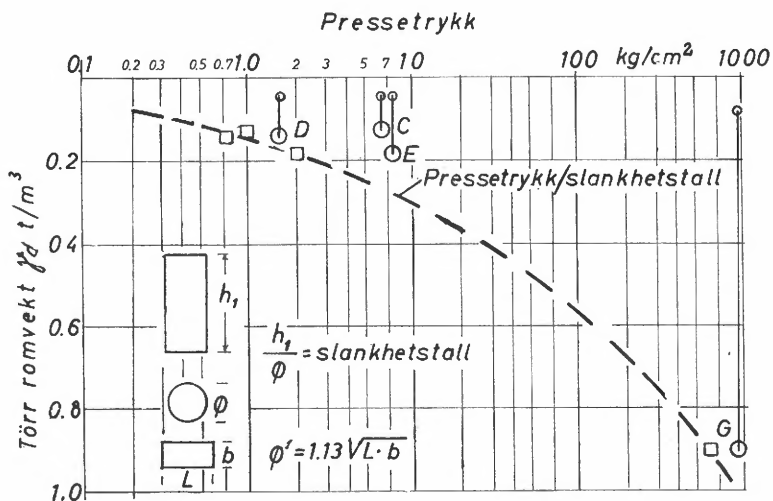


Fig. 2. Nødvendig pressetrykk for fibertorvprodukter. Med basis i karakteristika for produktene C, D, E og G i tabell 1 synes pressetrykket å være avhengig både av tørr romvekt i ferdig produkt og av presserommets form.

Det er neppe tvil om at stempelhastigheten har betydning og da på den måten at jo hurtigere torven presses sammen, desto større motstand. Dette anses å være lite utslagsgivende innenfor materialgruppen B–E, men kan ha en viss betydning ved mengdeproduksjon av materialtypen G. Videre kan det tenkes at ruheten i presserommets vegger spiller inn, men da veggene snart blir blankslitte, blir også friksjonen mellom vegg og torv ensartet.

Det tas her sikte på å inkludere presserommets form, som anses å ha en dominerende innflytelse. I den anledning innføres det effektive presseroms *slankhetstall*, definert som forholdet mellom ifyllingshøyde  $h_1$  og stempelflatens diameter  $\phi$ . Hvis stempelflaten har lengde  $l$  og bredde  $b$ , innføres den ekvivalerende diameter  $\phi' = 1,13 \sqrt{l \cdot b}$ , se fig. 2.

I tabell 1 er pressetrykket betegnet med  $p$  og slankhetstallet med  $s$ . Forholdet  $\frac{p}{s}$  er angitt i tabellen. Det er rimelig å gjøre den antakelse at veggfriksjonen er proporsjonal med slankhetstallet. Forholdet  $\frac{p}{s}$  er da det pressetrykk som ville ha vært nødvendig for slankhetstall lik 1, dvs. for et presserom med effektiv høyde lik grunnflatens diameter.

På fig. 2 er disse pressetrykkene for slankhetstall 1 avmerket med en firkant. Materialene C, D og E har nå fått tilnærmet samme pressetrykk, som de skal ha, når tørr romvekt er tilnærmet den samme. Det er antydnet en kurve gjennom de 4 nye punkter.

Hvis denne kurve har en riktig beliggenhet, har vi løst problemet med å forhåndsbestemme nødvendig pressetrykk. Den praktiske fremgangsmåte blir da at vi for en ønsket pressingsgrad (uttrykt som tørr romvekt) i ferdig vare avleser redusert trykk på kurven og deretter multipliserer med presserommets slankhetstall for å få nødvendig pressetrykk.

### SAMMENFATNING

Det er gjort rede for fysikalske årsaker til kompresjon og fasthetsøkning ved grøfting av torvmyr. Grøfting har i prinsippet samme virkning som en anbrakt overflatebelastning.

Ved pressing av fibertorv i fabrikk er det, med henvisning til fig. 1, godt gjort at de store pressetrykk som er nødvendig til visse produkter gir en betydelig sammenpressing av selve torvsubstansen. I fig. 2, er det påvist at nødvendig pressetrykk ikke bare er avhengig av tørr romvekt i ferdig vare, men også av utenforliggende forhold som presserommets form.

Det foreligger bare et sparsomt materiale til belysning av de nevnte forhold i fig. 1 og 2. Da forholdene har praktisk betydning, er det ønskelig at det blir samlet inn og bearbeidet et større materiale.

### TORVSTRØPRODUKSJONEN I 1972

Ifølge de oppgaver som Det norske myrselskap har innhentet for driftsåret 1972, var fabrikkenes samlede salg av torvstrø ca. 186 000 m<sup>3</sup>, regnet som løs masse før pressing. Tallet er 16 000 m<sup>3</sup> høyere enn 1971, eller en stigning på vel 10 %. Vi regner også at bruken av torv direkte fra torvtak er øket med ca. 5000 m<sup>3</sup> til ca. 45 000 m<sup>3</sup>. Totalkvantumet av norsk produsert torv omsatt i 1972 blir følgelig ca. 231 000 m<sup>3</sup>, dvs. en økning på ca. 21 000 m<sup>3</sup> fra 1971. 28 fabrikker har vært i drift.

Stigningen i selve produksjonen har antakelig vært noe større enn økning av salget, idet enkelte fabrikker meldte om en større lagerbeholdning ved dette årsskiftet enn året før.

*Forbruket* av torv har ikke steget med samme kvantum som salget fra de norske fabrikker. Importen var nemlig vel 16 000 m<sup>3</sup> mindre enn foregående år. Ifølge Statistisk Sentralbyrå var i 1972 den samlede import av torv 3 539 tonn eller ca. 42 000 m<sup>3</sup> regnet som løs vare før pressing. Norges eksport av produkter basert på torv som hovedråstoff, utgjorde i 1972 ca. 30 000 m<sup>3</sup> løst mål.

*Einar Wold*