

Afprøvning af fugtmålere til brænde

Andreas E. Bergstedt

Københavns Universitet, Center for Skov & Landskab

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
ER DIT BRÆNDE TØRT NOK? EN ELEKTRISK FUGTMÅLER KAN HJÆLPE	7
BAGGRUND OG FORMÅL	7
UNDERSØGELSEN	8
HOVEDKONKLUSIONER	8
PROJEKTRESULTATER	9
SUMMARY AND CONCLUSIONS	11
FIREWOOD SHOULD BE DRY. A MOISTURE METER MAY BE HELPFUL	11
INTRODUCTION	11
THE STUDY	12
MAIN CONCLUSIONS	12
SOME IMPORTANT RESULTS	13
1 FUGTINDHOLDET I TRÆ	15
1.1 DEFINITIONER	15
1.2 MÅLEMETODER	16
2 ELEKTRISKE FUGTMÅLERE (LEDNINGSEVNE-MÅLERE)	17
2.1 VIRKEMÅDE	17
2.2 KILDER TIL UNØJAGTIGHED	17
3 DE AFPRØVEDE MÅLERTYPER	19
3.1 DROPPEN OG RAWLING	19
3.2 WOOD CHECKER	20
3.3 TIMBER TEST FM510	21
3.4 MORSØ	22
3.5 MOISTEC	23
3.6 GANN HYDROMETTE HT 95	24
3.7 DAMP DETECTOR	25
3.8 EXTECH	25
4 METODE VED UNDERSØGELSEN	27
4.1 TRÆARTERNE	27
4.2 TRÆETS TØRRING	27
4.3 TILDANNELSE OG MÅLING AF PRØVER	27
5 RESULTATER	29
5.1 TRÆARTENS BETYDNING	29
5.2 DE ENKELTE MÅLERE:	31
5.2.1 Droppen / Rawling	31
5.2.2 Wood Checker	32
5.2.3 Timber Test FM510	33
5.2.4 Morsø	34
5.2.5 Moistec	35
5.2.6 Gann Hydromette HT95	36
5.2.7 Damp Detector	37
6 KONKLUSION	39

Forord

Ifølge Energistyrelsens opgørelse er der flere end 600 000 brændeovne i Danmark. Selv om det er noget usikkert, hvor meget de bliver brugt, og hvor stort et brændeforbrug hver ovn tegner sig for, tyder tallene på at brænde er den vigtigste kilde til vedvarende energi i Danmark. Brænde udgør således en væsentlig del af den private boligopvarmning. Det brænde, som bruges i private brændeovne, er af meget forskellig karakter: Ifølge en interviewundersøgelse foranlediget af Energistyrelsen udgør regulært skovtræ kun en mindre del, mens en stor andel af brændet er tyndings- og beskæringsrester fra haver, levende hegn m.m.

Uanset hvor brændet hidrører fra, er det af stor betydning, at brændet er tørt, inden det kommer i ovnen. For at sikre en ren forbrænding og undgå luftforurening med tjære, sod og andre skadelige stoffer, skal forbrændingstemperaturen være høj. Det fordrer dels en effektiv brændeovn, dels at der bruges tørt brænde.

Når træ brænder, frigøres en mængde forskellige stoffer i luftform, blandt andet eddikesyre og tjære, mens træet forkuller. For at opnå en fuldstændig iltning og nedbrydning af disse stoffer, så der kun bliver vand, kuldioxid og aske tilbage, skal temperaturen nå op på 700 grader eller mere.

Er brændet fugtigt, når denne høje temperatur ikke: en del af forbrændingsenergien bruges til at fordampe vandet i brændet, og den dannede vanddamp kan fortrænge den luft, som ellers skulle nære forbrændingen. Resultatet er en ineffektiv forbrænding: brændets energiindhold udnyttes dårligt, og en del tjærestoffer m.m. forlader ovnen uden at være forbrændt. Evt. kan tjære og vand fortættes allerede i skorstenen og danne løbesod. Ellers kommer de uforbrændte stoffer op af skorstenen som synlig røg og spredes til omgivelserne som generende luftforurening. Målinger foretaget af Danmarks Miljøundersøgelser peger på brændefyring som en væsentlig forureningskilde.

Forbrugeren kan sikre sig tørt brænde ved at gemme det under tag i et par år, men det er pladskrævende, og det kan være svært at bedømme sit behov så lang tid i forvejen. Meget brænde får derfor en kortere opbevaringstid, og andre store mængder købes færdigt oparbejdede fra brændehandlere, ofte uden oplysning eller garanti for, at brændet er tilstrækkeligt tørt.

Det kan for den almindelige forbruger være svært at bedømme brændets fugtindhold, men til støtte for bedømmelsen findes der elektriske fugtighedsmålere. Sådanne instrumenter har tidligere været ganske kostbare, men inden for de senere år er der kommet modeller i handelen, som er prismæssigt overkommelige. De kan købes i byggemarkeder, tømmerhandler, brændeovnsbutikker m.fl.

Dette projekt har til formål at afprøve et antal små fugtmålere. På markedet findes adskillige andre fabrikater end de her omtalte, men der er foretaget udvalg blandt de typer, der er lette at få fat i, og fortrinsvis i den lave ende af prisspektret, så de er overkommelige for privatforbrugeren. Det overordnede

formål er at kunne anbefale eller fraråde forbrugerne at investere i en fugtmåler, når de skal sikre sig at brændet er tørt.

Miljøstyrelsen har ydet økonomisk støtte til afprøvningen (bevilling nr. MST-523-00135). Nærværende rapport er ikke nødvendigvis udtryk for Miljøstyrelsens holdning, men styrelsen har støttet projektet, fordi man finder dets målsætning væsentlig og interessant.

Afprøvningen er gennemført ved Center for Skov & Landskab, Københavns Universitet.

Sammenfatning og konklusioner

Er dit brænde tørt nok? En elektrisk fugtmåler kan hjælpe

Hvis man fyrer med vådt brænde, udnytter man brændet dårligt, og man generer både sig selv og sine omgivelser med røg og sod. Det kan være svært at bedømme brændets fugtindhold. Vi har afprøvet syv forskellige elektriske fugtmålere til priser mellem ca. 70 og 4000 kr. Der er sammenhæng mellem pris og kvalitet, men selv de billigste kan yde en vis hjælp, når man skal bedømme om brændet er tørt nok.

Baggrund og formål

Brænde er den vigtigste form for vedvarende energi i Danmark

Ifølge Energistyrelsen er der mere end 600 000 brændeovne i Danmark. På baggrund af interview-undersøgelser skønnes det, at brændeovnene leverer en samlet energimængde på 27 PetaJoule, hvilket placerer brænde på en førsteplads blandt kilderne til vedvarende energi i Danmark. Selv om disse tal er behæftet med usikkerhed, er der ingen tvivl om, at brænde udgør en væsentlig del af den private boligopvarmning. Desværre kan de mange brændeovne forårsage en generende luftforurening, hvis de bruges forkert, eller der fyres med vådt brænde.

Er brændet for fugtigt, afgiver brændeovnen røg, som indeholder partikler af tjære, sod og andre ubehagelige stoffer. Det kan både føre til problemer med naboerne og problemer med ens egen skorsten, hvori der kan dannes løbesod. En skade der giver ilde lugt i huset og som er svær at slippe af med.

Man kan sikre sig tørt brænde ved at købe brændet i god tid og opbevare det under tag i et par år, inden det bruges. Mange mennesker har imidlertid hverken tid eller plads til dette, og må købe brændet kort før vinteren.

Hvordan kan man så vide, om brændet er tørt? Man kan bl.a. vurdere:

- virker brændet fugtigt eller tørt at røre ved?
- virker brændet let eller tungt?
- lugter det som frisk træ eller tørt, evt. muggent?
- hvis to stykker slås mod hinanden: har de en dump lyd (vådt træ) eller en mere skarp "klang" (tørt træ)?

Bedømmelsen "på øjemål" er ret usikker, men man kan få en vis hjælp i de små elektriske fugtmålere, som kan købes i byggemarkeder og brændeovns-butikker til priser mellem ca. 70 og et par tusinde kroner.

Denne undersøgelse prøver at belyse, hvor gode de elektriske fugtmålere er, og om man kan klare sig med en af de billige i stedet for at ofre mange penge på sagen.

Undersøgelsen

Forskellige fugtmålere og forskellige træarter

Der er indkøbt otte forskellige fugtmålere fra internet-butikker, byggemarkeder og brændeovns-butikker.

I en forsøgsbevoksning med forskellige træarter er hugget brænde af følgende træarter:

Bøg
Eg
Ask
Ahorn
Lind
Birk
Rødgran

Straks efter fældningen blev stammerne kortet af i 50 cm stykker, og hvert stykke blev flækket én gang. Disse brændestykker blev lagt til naturlig tørring fra september og til juli det følgende år, og med mellemrum blev vandindholdet kontrolleret, dels med de elektriske fugtmålere, dels ved nøjagtig vejning og ovntørring i laboratoriet.

Hovedkonklusioner

Elektriske fugtmålere virker – som regel

Bedømmelse af brændets vandindhold uden hjælpemidler er meget vanskeligt for den uøvede. Derfor kan de elektriske fugtmålere være til hjælp, selv om de ikke er særligt nøjagtige.

Af de otte indkøbte fugtmålere fungerede de syv efter hensigten – dog med ret varierende nøjagtighed. Ingen af målerne er troværdige, når der er mere end ca. 25% vand i brændet. Men også når brændet er mere tørt, er der betydelig usikkerhed: I gennemsnit ramte målerne lidt mere end 3 procentenheder ved siden af den korrekte værdi, hvis man kun målte på et enkelt stykke brænde. Dette dækker dog over, at der er ret store forskelle mellem de enkelte målere, hvor den ringeste ramte mere end 5 procentenheder ved siden af, mens den bedste kun havde en gennemsnitlig fejlvisning på 2 procentenheder. Disse tal er gennemsnit over hele måleområdet fra 0 til 25% vandindhold. Heldigvis er de fleste af målerne lidt mere nøjagtige i det "kritiske område" omkring 15-20% vandindhold.

For at opnå en rimelig nøjagtighed skal målingerne udføres omhyggeligt efter den brugsanvisning, der følger med måleren, og man skal være opmærksom på to ting:

- a) Man skal måle på flere brændestykker og ikke kun stole på én måling.
- b) De enkelte stykker skal flækkes og vandindholdet skal måles på den friske flade.

Miljøstyrelsen fraråder at bruge brænde med højere vandindhold end 18% og gennemsnittet af målingerne skal derfor være under denne værdi.

Projektresultater

Pris og kvalitet hænger sammen

Syv af de otte indkøbte fugtmåler-typer fungerede teknisk set, mens den sidste viste så svingende resultater, at den måtte udgå af forsøget.

Der er sammenhæng mellem pris og kvalitet: De billigste typer er de mindst nøjagtige, og den allerbilligste (70-100 kroner) var under afprøvningen ikke helt stabil over hele måleområdet. Den kunne dog i de fleste tilfælde skelne vådt brænde fra noget, som var tilstrækkeligt tørt. De bedste måler-typer koster op mod 1000 kroner eller mere.

Der er to forskellige måder at angive træs vandindhold på: Som procent af den ovntørre masse, eller som procent af totalvægten. Den første måde bruges til bygningstræ, den sidste til brænde og andet energitræ. Tilsvarende kan fugtmålerne være kalibreret til enten bygningstræ eller brænde, men i de fleste tilfælde er dette ikke angivet i brugsanvisningen. I den "tørre ende" af skalaen er forskellen dog ikke større, end at bygningstræ-målerne godt kan bruges til kontrol af brænde. De vil vise et lidt højere resultat end det reelle vandindhold (% af totalvægt), men det eneste, man risikerer, er at stille lidt for høje krav til brændets tørhed.

Der er ikke nogen simpel sammenhæng mellem resultaternes variation og de forskellige træarter. Dog er der en tendens til at vandindholdet bliver undervurderet i de tunge træarter som bøg og eg, samt i gran. Tilsvarende bliver resultaterne for meget fugtigt træ (>20%) mest korrekte, når der er tale om de letteste træarter som lind og gran.

Summary and conclusions

Firewood should be dry. A moisture meter may be helpful

If your firewood is too wet, you are a nuisance to your neighbours and environment, and you run the risk of soot and tar accumulating in your chimney, giving rise to bad odours or even chimney fires.

However it may be difficult to judge whether your firewood is sufficiently dry. This study reports on testing of eight different brands of moisture meters that may help you in the task.

None of the meters are very accurate but unless you are very experienced, they are still better than the feel and the naked eye. Accuracy of the meters relates to their price but even the cheapest may offer some help.

Introduction

Fuelwood: The single most important source of renewable energy in Denmark

According to official figures more than 600 000 domestic stoves are in use in Denmark. The total energy output of the stoves is estimated at 27 PetaJoule annually, which is slightly more than the total output of wind power.

Even though the stoves to a large extent make use of a renewable resource that might not be utilized (wood from shelterbelts, gardens, roadside plantings etc.) the extensive use of firewood is not without problems: The stoves may contribute significantly to air pollution if used incorrectly.

Especially the moisture content of the firewood is a matter of concern. Too moist firewood gives rise to smoke, tar and soot particles during combustion, and the energy efficiency of the stove remains too low.

A possible solution to the problem is to buy your firewood well in advance of the winter and leave it protected from rain for a year or more. But for many consumers this is not feasible due to lack of time or space. Very often the firewood is bought shortly before use, and the consumer may face difficulties in determining whether the wood is dry enough for use.

Estimating moisture content by the feel of the wood or bare eyesight is very inaccurate. However, a number of portable, electronic moisture meters are on the market at prices ranging from €10 to €400. This small study, conducted by the Forest & Landscape Centre at the University of Copenhagen, aims at evaluating the usefulness of such electronic moisture meters.

The study

Different moisture meters and different wood species

Eight different types of electronic moisture meters were bought from shops and at the Internet marketplace.

Simultaneously, firewood was produced from seven different wood species:

Beech (*Fagus*)
Oak (*Quercus*)
Ash (*Fraxinus*)
Sycamore maple (*Acer*)
Lime (*Tilia*)
Birch (*Betula*)
Norway spruce (*Picea*)

After felling in September the wood billets were split once and left to natural drying until July the year after. At intervals samples were taken to be measured by the electronic meters and for exact moisture determination in the laboratory.

Main conclusions

Electronic moisture meters work – in general

Wood moisture estimation without any aid but feeling and eyesight is a difficult task for the un-experienced. Electronic moisture meters may be a good help, even though they are not very accurate.

Out of the eight meter types bought for this study, seven performed according to the objective, but with a varying degree of accuracy. None of the meters were reliable with moisture content exceeding 25%. Even below this level of moisture, a single measurement deviated on average 3 percent from the correct value. This general figure covers the fact that the results from poorest meter strayed more than 5 percent from the correct value whereas the best (and most expensive) one was only 2 percent off. Fortunately, most of the meters performed at their best in “the critical range” around 15-20 percent moisture content.

To obtain reasonably accurate results, it is important to read and follow the instruction pamphlet coming with the device, and additionally take two precautions:

- a) Perform measurements on several different pieces of wood – do not rely on a single measurement.
- b) Cleave the piece of firewood immediately prior to measuring, and perform the measurement on the freshly exposed surface.

The Environmental Protection Agency of Denmark recommends that firewood with higher moisture content than 18% (percent of total mass) should never be used in domestic stoves.

Some important results

Accuracy relates to price

Seven out of the eight meters were functional, but a relation exists between price and performance: The more affordable meters were the less accurate and the very cheapest (~€10) suffered from some instability over parts of the measuring range. However, even with this device it was in most cases possible to discern whether the firewood was too wet or ready for use. The best meter types bear a price tag of €100 upwards.

Two different principles apply to quoting the moisture content of a piece of wood: dry weight basis or total weight (wet) basis. The former is used in sawmilling, engineering and woodworking, while the latter applies to wood for energy. Moisture meters are calibrated to either dry or wet basis but in many cases this information does not show in the instruction manual for the device. Fortunately, in the “dry end” of the measuring range the difference is small enough to allow dry-basis meters being used for detecting the moisture content of firewood. The reading will be somewhat higher than the moisture content on total weight basis, but the only risk you run will be putting a too strenuous demand on the dryness of the firewood.

There is no simple relationship between wood species and the accuracy of the measurements. There is a tendency for the moisture content of the heavy wood species (beech and oak) to be under-estimated, especially when the moisture content was high. Also the moisture content of spruce is in general under-estimated. Some of the meters are able to perform reasonably well in the high end of moisture range when used on light weight species (lime and spruce).

1 FUGTINDHOLDET I TRÆ

1.1 Definitioner

Træ indeholder altid en vis mængde vand. Hvis man vil vide hvor meget, er den sikreste metode at veje sit træstykke på en nøjagtig vægt, hvorefter træet lægges i en ovn ved lige over 100 graders varme (103 grader Celsius bruges som standard). Tørringen ved en temperatur lige over 100 grader sikrer, at alt vand fordamper. Når alt vandet efter et døgn eller mere er kogt væk, vejes træstykket på ny. Vægttabet svarer da til stykkets oprindelige indhold af vand.

Træets fugtighed (vandindholdet) opgives næsten altid i procent, men denne procent kan udregnes på to forskellige måder:

1) vandmængden som procent af træstykkets oprindelige totalvægt inkl. fugtindhold ("våd basis", eller "totalvægt-basis", betegnes oftest **vandindhold**)

$$\text{dvs. } \mathbf{vandindhold (totalvægt-basis)} = \frac{\text{oprindelig vægt} - \text{ovntør vægt}}{\text{oprindelig vægt}} \cdot 100 \%$$

2) vandmængden som procent af træstykkets tørstofindhold efter ovntørring ("tør basis", betegnes oftest fugtprocent)

$$\text{dvs. } \mathbf{fugtprocent (tør vægt-basis)} = \frac{\text{oprindelig vægt} - \text{ovntør vægt}}{\text{ovntør vægt}} \cdot 100 \%$$

Definition 1 (vandindhold) bruges af brændsels- og energibranchen (flisproducenter, brændehandlere, kraft- og varmegværker). Hvor intet andet anføres, er det denne definition, som benyttes i nærværende rapport.

Definitionen 2 (fugtprocent) er helt enerådende ved angivelse af fugtindhold i bygnings- og møbeltræ m.m. (bruges af savværker, håndværkere, konstruktører, ingeniører).

Har man brug for at omregne fra den ene størrelse til den anden, kan det gøres på følgende måde:

$$\mathbf{vandindhold (totalvægt-basis)} = \mathbf{fugtprocent (tør vægt-basis)} \cdot \frac{\text{ovntør vægt}}{\text{oprindelig vægt}}$$

$$\mathbf{fugtprocent (tør vægt-basis)} = \mathbf{vandindhold (totalvægt-basis)} \cdot \frac{\text{oprindelig vægt}}{\text{ovntør vægt}}$$

Af disse formler ses, at når træet er tørt og kun indeholder få procent vand, er brøken i formeludtrykket nær 1, og det betyder kun lidt, om man bruger det ene eller det andet udtryk. Frisk træ kan imidlertid indeholde lige så meget (eller mere) vand end tørstof, og da vil det betyde en meget stor fejl, hvis man forveksler de to måder at angive fugtindholdet på.

Forskellen mellem de to mål for træfugtighed illustreres af tabellen på næste side.

Tabel 1.1: Forskel mellem vandindhold og fugtprocent

Tørstof (% af totalvægt)	Vandindhold (vand i % af totalvægt)	Fugtprocent (vand i % af tørstof)
90	10	11
85	15	18
80	20	25
75	25	33
70	30	43

1.2 Målemetoder

Den mest pålidelige bestemmelse af vandindholdet fås ved den såkaldte veje/tørre metode, som er beskrevet øverst på forrige side (afsnit 1.1). Hvis man har en god vægt, er veje/tørre metoden meget nøjagtig, og i denne undersøgelse bruges metoden som reference ved bedømmelsen af de forskellige fugtmålere. Den væsentligste anke mod veje/tørre metoden er, at den er langsom, idet tørringen af træprøverne tager lang tid: Små stykker som flis kan nedtørres på 16-20 timer, mens stykker i brændestørrelse må tørre i 4-5 døgn, inden alt vand er tørret bort.

For at opnå en hurtigere og ikke-destruktiv bestemmelse af vandindholdet er der udviklet andre metoder. De mest brugte bygger på træets elektriske egenskaber, idet såvel træets ledningsevne som dets di-elektriske egenskaber varierer med vandindholdet. De mest udbredte fugtmålere er instrumenter, der måler ledningsevnen mellem to elektroder, der presses eller bankes ind i træet. Alle de fugtmålere, som indgår i nærværende undersøgelse, tilhører denne type. Ledningsevne-målerne er robuste og forholdsvis pålidelige, men i de fleste tilfælde efterlader elektroderne mærker i træet, og de kan derfor ikke bruges på færdigt forarbejdede emner, hvor udseendet er vigtigt. Her bruges oftest såkaldte kapacitans-målere, som reagerer på træets di-elektriske egenskaber. Disse målere kræver imidlertid, at træet er forarbejdet med en helt plan overflade, og de kan derfor ikke bruges til brænde. Desuden er de meget følsomme over for overflade-fugt, og egner sig derfor bedst til brug i et indendørs miljø.

Endelig findes målere, som reagerer på træets optiske egenskaber over for infrarød stråling. Vand udviser nemlig stærk absorption i det nær-infrarøde bølgeområde, og ved at undersøge træ-overfladens refleksionen i dette bølgeområde kan man bestemme vandindholdet. Princippet er meget brugt til fugtbestemmelse af korn og frø, samt i papirindustrien til fugtmåling på træflis og færdigt papir. Men så vidt vides findes der ikke på markedet noget økonomisk overkommeligt instrument, der kunne egne sig til fugtbestemmelse af brænde. Alle optiske fugtmålere har den begrænsning at de kun måler fugten på overfladen, og træstykket må derfor være helt nybearbejdet eller – flækket, hvis måleresultatet skal være troværdigt.

2 ELEKTRISKE FUGTMÅLERE (ledningsevne-målere)

2.1 Virkemåde

Ledningsevne-målerne reagerer på, at den elektriske modstand (og dermed ledningsevnen) i træet er stærkt afhængig af tilstedeværelsen af vand. Frisk træ kan have en ledningsevne, som er 10^{10} gange større end ledningsevnen i ovntørt træ (vandindhold 0%).

Frisk træ kan have et vandindhold på over 60% og dette vand er til stede i to forskellige tilstandsformer: Frit (flydende) vand i celle-hulrummene og bundet vand i cellevæggene. Når træet tørrer, fordamper det frie vand først, og når vandindholdet kommer ned på ca. 25% er der kun bundet vand tilbage.

Instrumenterne måler strømstyrken mellem to elektroder i kontakt med træet, som påtrykkes en spænding, og omsætter denne strøm til et procentvist vandindhold. Ved vandindhold under ca. 25% (bundet vand) er der en meget klar sammenhæng mellem vandindholdet og ledningsevnen, og det er i dette område, ledningsevne-målerne er mest nøjagtige. Ved højere vandindhold (frit vand til stede) ændres ledningsevnen ikke så meget og på en mere uregelmæssig måde; derfor er ledningsevnemålerne ikke præcise, når de bruges på meget fugtigt/vådt træ. Under ca. 5% vandindhold er metoden heller ikke pålidelig, da strømstyrken i så tørt træ bliver forsvindende lille.

2.2 Kilder til unøjagtighed

- 1) Træarten: Sammenhængen mellem ledningsevne og fugtprocent varierer en del fra træart til træart. Fugtighedsmåleren må være kalibreret til den givne træart, eller der må anvendes korrektionstabeller, hvis man ønsker et nøjagtigt resultat.
- 2) Træets rumvægt: Inden for samme træart giver tungt træ lidt højere måleresultater end let træ ved samme fugtprocent, fordi der i absolut mål er mere vand i det tunge træ. Effekten overskygges dog af den forskel der er mellem træarterne, hvilket også fremgår af denne undersøgelses resultater
- 3) Træets temperatur: Træets ledningsevne øges med temperaturen. Fugtmålerne er normalt indstillet på at vise rigtigt ved 20°C. For hver 10 grader, temperaturen stiger, viser

målerne ca. 1% for meget, og tilsvarende for lidt hvis træet er for koldt. Hvis træet er frosset, fås ikke noget pålideligt resultat.

- 4) Træets tilstand: Træets ledningsevne skyldes i høj grad at det indeholder ioner, som er bevægelige, når der er vand til stede. Mange trænedbrydende svampe danner eller udskiller ioner som et led i nedbrydningen. Selv svage angreb af rådsvampe bevirker derfor ofte, at træets elektriske ledningsevne forøges stærkt. Fugtmåleren vil vise for meget, hvis den bruges på rådangrebet træ. Noget tilsvarende gælder træ, som er imprægneret eller har været i kontakt med salt.
- 5) Elektrodernes placering : Elektroderne skal trykkes fast i træet, således at der er god kontakt mellem træ og elektrode. Ledningsevnen er større i træets fiberretning end på tværs af denne, så ved sammenlignende målinger må man være konsekvent med elektrodernes orientering. De fleste fugtmålere er kalibreret således, at modstanden skal måles på tværs af fiberretningen, men man bør se i apparatets brugsanvisning. Ved lavt vandindhold (under cirka 15%) betyder elektrodernes orientering ikke ret meget, men er træet mere fugtigt, kan aflæsningen forøges 1-2% hvis elektroderne placeres på langs i stedet for på tværs af træets årer. Uregelmæssigheder som knaster, harpikslommer, bark, revner og reaktionsved bør undgås. Desuden er det meget vigtigt, at elektroderne kommer tilstrækkeligt dybt ind i træet. En fugtig eller tør overflade kan give helt misvisende resultater, såfremt elektroderne ikke presses tilstrækkeligt dybt ind. Ved måling på brænde bør man altid flække et stykke og måle på den friske flade umiddelbart efter.

3 DE AFPRØVEDE MÅLERTYPER

3.1 Droppen og Rawling



Forhandler og pris: Disse to målere er identiske, bortset fra navnet hvorunder de sælges. Kan købes i flere byggemarkeder under forskellige navne og til priser mellem ca. 70 og ca. 210 kroner.

Beskrivelse: En lille og robust måler, hvor resultatet vises på en lysdiodeskala.

Tørvægt eller totalvægt som basis: Ikke angivet i brugsvejledningen. Afprøvningsresultaterne stemmer bedst overens med vandindholdet som procent af totalvægt.

Måleområde: To måleområder: 7-16% og 16-35%. I praksis kan måleren dog ikke registrere vandindhold under ca. 10 %.

Kompensation for træart og temperatur: Nej

Bemærkninger: Lysdioderne forbliver slukkede, hvis vandindholdet er under ca. 10%. Når der ikke vises nogen værdi, kan man derfor ikke være sikker på, om årsagen er at brændet er meget tørt, at batteriet er brugt op, eller måleren af anden grund ikke virker.

3.2 Wood Checker



Forhandler og pris: Købt via Internettet fra www.braendeovns-shoppen.dk, Stenstrup. Pris kr. 1095 inkl. moms, men ekskl. forsendelse. Tilsvarende målere (vistnok identiske) er set hos andre forhandlere, men til noget højere pris.

Beskrivelse: En solid og ganske velfungerende måler. Betjeningen er dog noget ubekvem med en lille trykknop, og displayet er ret lille. Vandindholdet vises med én decimal.

Tørvægt eller totalvægt som basis: Ikke angivet i brugsvejledningen, men da det udtrykkeligt fremgår, at måleren specielt er beregnet til brænde, formodes det at den angiver vandindholdet som procent af totalvægt. Dette bekræftedes ved afprøvningen.

Måleområde: Ifølge brugsvejledningen kan måleren registrere vandindhold i intervallet 10 – 50%

Kompensation for træart og temperatur: Nej. Det angives at temperaturen skal være mellem 15 og 25 grader, og at måleren er kalibreret til en middelværdi mellem løv- og nåletræ.

Bemærkninger: Ifølge brugsvejledningen kun velegnet til brænde, og må ikke bruges på andre materialer end træ.

3.3 Timber Test FM510



Forhandler og pris: Købt pr. postordre fra Træinformation, Lyngby, for kr. 1512,50 inkl. moms og forsendelse.

Beskrivelse: En meget solidt udført måler, med forholdsvis tydeligt display, der angiver vandindholdet i hele procent. Visningen falder hurtigt til ro og er stabil uden nævneværdig "drift" eller udsving.

Tørvægt eller totalvægt som basis: Ikke angivet i brugsvejledningen, som dog lader formode, at der er tale om vandindholdet som procent af totalvægt. Dette stemmer overens med afprøvningens resultater.

Måleområde: Er ikke angivet fra fabrikantens side.

Kompensation for træart og temperatur: Ja, ved hjælp af tabeller. Korrektionstabellerne omfatter aflæsninger mellem 6 og 25%

Bemærkninger: Nem betjening, let aflæsning, godt design og solid udførelse kendetegner denne måler, som også lader sig bruge til bygningsmaterialer som beton, mørtel og gips.

3.4 Morsø



Forhandler og pris: Kan købes i mange byggemarkeder, pejse- og brændeovnsbutikker til priser mellem ca. 250 og 300 kroner.

Beskrivelse: "Håndvenligt" design med afrundet form. Nem betjening og et beundringsværdigt stort display, som kan aflæses af enhver uden besvær. Solid udførelse.

Tørvægt eller totalvægt som basis: Ikke angivet i brugsvejledningen, men da det udtrykkeligt fremgår, at måleren specielt er beregnet til brænde, formodes det at den angiver vandindholdet som procent af totalvægt.

Måleområde: Ikke angivet. Displayet kan vise mellem nul og 36 %.

Kompensation for træart og temperatur: Nej

Bemærkninger: Man skal huske at slukke måleren efter brug: Det sker ikke automatisk.

3.5 Moistec



Forhandler og pris: Købt via Internettet fra Elma Instruments, Farum, for kr. 878,75 inkl. moms.

Beskrivelse: En "miniature-måler", som trods sin lidenhed er solid og "håndvenlig". Displayet har nogenlunde rimelig størrelse og er let at aflæse. Vandindholdet angives i procent med én decimal.

Tørvægt eller totalvægt som basis: Ikke angivet i brugsvejledningen, men afprøvningen viser, at måleresultaterne stemmer bedst overens med fugtprocent på tørstofbasis.

Måleområde: Kan ifølge brugsvejledningen måle fugtprocent mellem 5 og 50%, og forhandleren opgiver en nøjagtighed på $\pm 1,5\%$ efter kompensation for træart og temperatur.

Kompensation for træart og temperatur: Kan foretages ved hjælp af en tabel.

Bemærkninger: Måleren kan også bruges til mineralske bygningsmaterialer (beton, mørtel, gips). Måleren bruger et special-batteri, som ikke kan købes i enhver forretning, men som i øvrigt ikke er særligt kostbart (under 30 kr).

3.6 Gann Hydromette HT 95



Forhandler og pris: Instrumentet forhandles af specialfirmaer inden for måleudstyr. Den anvendte måler tilhører Center for Skov & Landskab, Københavns Universitet, og er en del år gammel. En tilsvarende måler vil i dag koste 3000-4000 kroner.

Beskrivelse: Selve måleren er en separat enhed, hvortil elektroderne forbindes med en ledning. Der kan fås forskellige typer af elektroder, alt efter anvendelse. Fugtprocenten angives på et stort og tydeligt display.

Tørvægt eller totalvægt som basis: Måleren er beregnet til savværksbrug og bygningstræ, og angiver derfor træfugten i procent af træets ovntørre masse.

Måleområde: Skalaen går fra nul til over 50%, men måleren er kun troværdig i området 5 til godt 20% vandindhold (dvs. kun for bundet vand).

Kompensation for træart og temperatur: Ja, manuel med tre drejeknapper, som indstilles efter temperaturen og en liste over træarter.

Bemærkninger: Elektroderne er solide og kan presses/bankes så lang ind i træet, som det ønskes. Man behøver derfor ikke at kløve træstykkerne umiddelbart inden måling. På grund af sin størrelse og pris er denne måler primært til professionel brug.

3.7 Damp Detector



Forhandler og pris: Købt via Internettet fra Hedestoker.dk, Vildbjerg. Pris: 440 kr. inkl. moms.

Beskrivelse: Denne måler virker ved at udsende et akustisk signal, hvis frekvens varierer efter træets vandindhold. Der findes intet display eller procentskala.

Tørvægt eller totalvægt som basis: Da måleren ikke angiver et vandindhold i procent, er dette spørgsmål irrelevant for denne måler.

Måleområde: Måleresultatet fremkommer derved, at hvis måleren giver lyd fra sig, er træet for fugtigt til at anvende som brænde, men hvis den forbliver tavs, er brændet tilstrækkeligt tørt.

Kompensation for træart og temperatur: Nej

Bemærkninger: Måleren er ikke særligt solid i sin udførelse, og vores eksemplar gik i stykker i løbet af afprøvningen; dog ikke værre end at den stadig var funktionsdygtig.

3.8 Extech

Foruden ovennævnte blev yderligere én fugtmåler indkøbt med henblik på at indgå i afprøvningen: en måler af det amerikanske fabrikat Extech. Denne måler viste imidlertid værdier, som svingede helt ukontrolleret og tilsyneladende uden sammenhæng med emnets virkelige vandindhold. Da der ikke på nogen måde kunne skabes reproducérbare resultater, blev Extech-måleren udtaget af forsøget.

4 METODE VED UNDERSØGELSEN

4.1 Træarterne

For at give afprøvningen størst mulig udsagnskraft blev hver fugtmåler afprøvet på en række forskellige træarter. Brændematerialet til afprøvningen stammer fra Center for Skov & Landskabs træartsforsøg (Løvtræ-serien) i Stokkebjerg Skov i Odsherred. Træerne var plantet i 1975 og havde ved fældningen en diameter i brysthøjde (1,3 meter over jorden) mellem ca. 15 og 20 cm, afhængigt af træart. Der er således tale om forholdsvis små/unge træer. I sin karakter svarer materialet udmærket til en stor del af det tyndings- eller sanketræ, som brændekunder henter i landets skove.

I afprøvningen indgår følgende træarter:

Bøg
Eg
Ask
Ahorn
Lind
Birk
Rødgran

Straks efter fældningen blev stammerne kortet af i 50 cm stykker, og hvert stykke blev flækket én gang, således at "råmaterialet" har været brændestykker med et halvcirkelformet tværsnit, hvor radius var mellem 5 og 10 cm.

4.2 Træets tørring

Efter fældningen i september måned 2009 blev brændet lagt til naturlig tørring udendørs frem til slutningen af juni 2010. En langsom naturlig tørring er foretrukket, for at der ikke skulle opstå for store fugtgradienter i stykkerne, hvilket ville have udgjort et problem ved målingen og den efterfølgende kontrol ved hjælp af veje/tørremetoden. Det viste sig dog at fugtindholdet aftog meget langsomt, og i den sidste del af perioden er brændet flyttet under tag for at fremskynde udtørringen.

4.3 Til dannelsen og måling af prøver

Ved afprøvningen har det været meget væsentligt at undgå, at måleren blev "snydt" af en tør overflade, mens det indre af stykket kunne være mere fugtigt. For at undgå dette er tørringen foretaget langsomt, og der er benyttet følgende procedure ved målingerne: Under tørringens forløb er der med mellemrum udtaget et stykke af hver træart, og fra indre af hvert brændestykke er udsavet et prøve-emne på ca. 20 x 30 x 250 mm. Emnet er straks blevet vejlet, hvorefter de forskellige fugtmålere er taget i anvendelse på den frisk savede overflade. Efter tørring i et døgn ved 103 grader er emnet vejlet på ny, og vægttabet taget som udtryk for vandindholdet.

5 RESULTATER

Undersøgelsen bekræfter den velkendte begrænsning hos ledningsevne-målere: at de kun er pålidelige ved et moderat eller lavt vandindhold, hvor der ikke er frit (flydende) vand til stede. Flertallet af de her afprøvede målere er endda mere begrænsede, idet måleresultaterne kun er samstemmende og nogenlunde troværdige op til at vandindhold (totalvægt-basis) på op til ca. 20%. Ved vandindhold over 25% forefindes en del af vandet i flydende form, og to forhold gør sig gældende: Dels viser målerne for lidt i forhold til det virkelige vandindhold, dels øges spredningen af måleresultaterne voldsomt.

Generelt viser målerne for lave værdier, når træet er vådt, men der er ret store forskelle de enkelte instrumenter imellem. Det gælder også måleområdet udstrækning. Nogle målere påstås at kunne registrere vandindhold op til 50%, men som nævnt er værdier i det øvre område sjældent troværdige. I den "tørre ende" er ledningsevne-målerne generelt ikke brugbare ved et vandindhold under 5%, selv om skalaen i visse tilfælde kan vise lavere værdier. Et par af målerne stopper reelt ved ca. 10%, hvorunder alle grader af fugtighed vises som nul, men andre af målerne kan håndtere området mellem 5 og 10% med rimelig grad af nøjagtighed. Begrænsningerne i måling af lave værdier er sjældent af stor betydning for brænde, hvor vandindholdet i almindelighed ikke kommer meget under 10%, uanset opbevaringsmåde.

Selv om der er problemer med målerens nøjagtighed, hvis træet er meget vådt eller meget tørt, er det så heldigt, at alle målerne giver et nogenlunde retvisende resultat i området 18-20% vandindhold, som er mest kritisk for brænde.

5.1 Træartens betydning

Ved samme procentvise vandindhold har træarten ret stor betydning for målerens visning, især såfremt vandindholdet er højt. I de fleste lærebøger om træteknologi kan man læse, at ledningsevne-målere generelt viser højere værdier for tunge træarter end for lette træarter med tilsvarende vandindhold. I modsætning hertil viser denne afprøvning, at alle målerne undervurderer vandindholdet i de tunge træarter (bøg og eg, til dels også ask og birk), når de friske/meget fugtige. For de lette træarter lind og gran kan nogle af målerne give troværdige resultater, selv om brændet er ganske vådt. Ved lavere vandindhold er der tendens til, at målerne generelt viser lidt for høje værdier for træarten lind, og lidt for lave værdier for de tunge løvtræarter bøg og eg. De målere, som ikke har træarts-kompensation, viser generelt lidt for lavt vandindhold i gran.

5.2 Målingernes nøjagtighed

Fra flere ældre undersøgelser vides det, at ledningsevne-målere ikke er troværdige ved et vandindhold højere end ca. 25%. I nedenstående analyse af usikkerhed og fejlvisning indgår derfor kun målinger, hvor veje/tørre-metoden viste, at træprøvens vandindhold var lavere end 26%.

Veje/tørre-metoden er den mest nøjagtige måde at måle vandindholdet på, og denne metode antages i hele dette arbejde at give det korrekte resultat. Hvis de elektriske fugtmålere viste rigtigt, og prøvens vandindhold kaldes x , skulle det gælde overalt, at

$$x_{\text{fugtmåler}} = x_{\text{veje/tørre}}$$

For at vurdere de enkelte måleres nøjagtighed er der for hver måler opstillet en lineær regression af formen:

$$x_{\text{fugtmåler}} = a \cdot x_{\text{veje/tørre}} + b$$

Målerens usikkerhed og fejlvisning kan vurderes ud fra 5 størrelser, der knytter sig til ovenstående regression:

- 1) R^2 ("coefficient of determination"), bør for den gode måler være nær 1,00
- 2) Standardafvigelsen, som beskriver hvor langt de enkelte måleresultater ligger fra den rette linie defineret af regressionen ovenfor, når resultaterne og regressionslinien afbildes grafisk. Denne størrelse bør være så lille som muligt.
- 3) Parameter a (liniens hældningskoefficient). Bør være 1.
- 4) Parameter b (liniens skæringspunkt med y-aksen). Bør være 0.
- 5) Måleresultaternes samlede niveau kan enten være for højt eller for lavt, så man generelt overvurderer eller undervurderer vandindholdet:

$$\text{niveau} - \text{fejl} = \frac{\sum(x_{\text{fugtmåler}} - x_{\text{veje/tørre}})}{n}$$

hvor n er antallet af prøver, som er målt med den pågældende fugtmåler. Hvis eksempelvis niveau-fejlen er -2,7 betyder det, at måleren i gennemsnit viser værdier, der er 2,7 procentenheder for lave, eller med andre ord at den undervurderer brændets vandindhold.

De nævnte størrelser fremgår af tabellen herunder:

Mærke	R^2	Standard-afvigelse	a	b	Niveau-fejl
Droppen/Rawling	0,63	2,49	0,70	3,71	- 2,7
WoodChecker	0,88	2,41	0,97	0,38	- 0,3
TimberTest	0,90	2,06	0,93	- 0,12	- 1,4
Morsø	0,89	3,62	1,66	- 10,18	+1,0
Moistec	0,92	2,09	1,02	0,88	+1,2
Gann	0,90	2,14	0,94	0,82	- 0,1

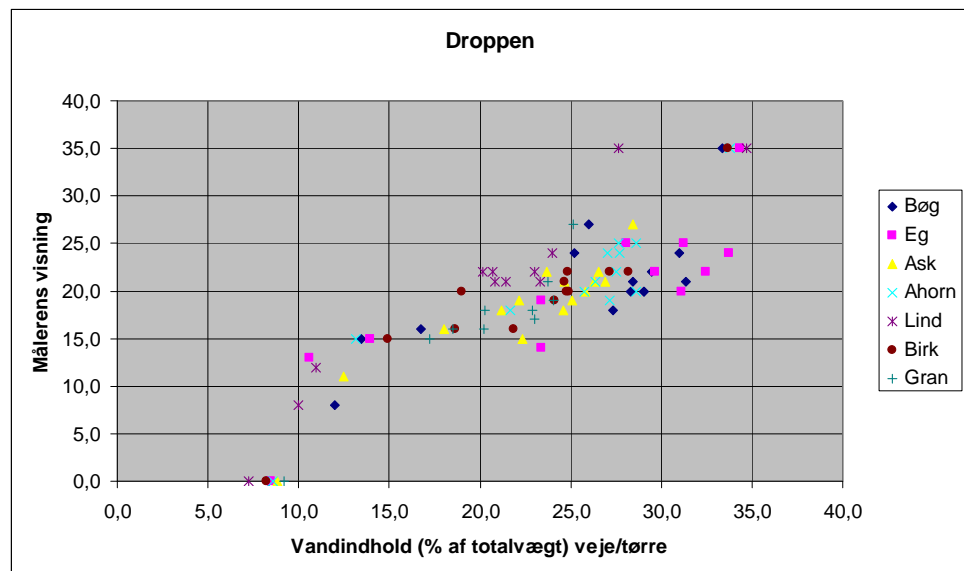
Alle størrelser – undtagen R^2 – er udtrykt i procentenheder vandindhold.

Retfærdigvis skal det siges, at de anførte værdier er beregnet på baggrund af hele måleområdet fra nul til 25% vandindhold, og at målerne generelt er noget mere nøjagtige i det mest kritiske område mellem 15 og 20%. Ovenstående vurdering kan ikke bruges over for måleren Damp Detector, da den ikke viser vandindholdet som en talværdi. Se nærmere i afsnit 5.3.7

5.3 De enkelte målere:

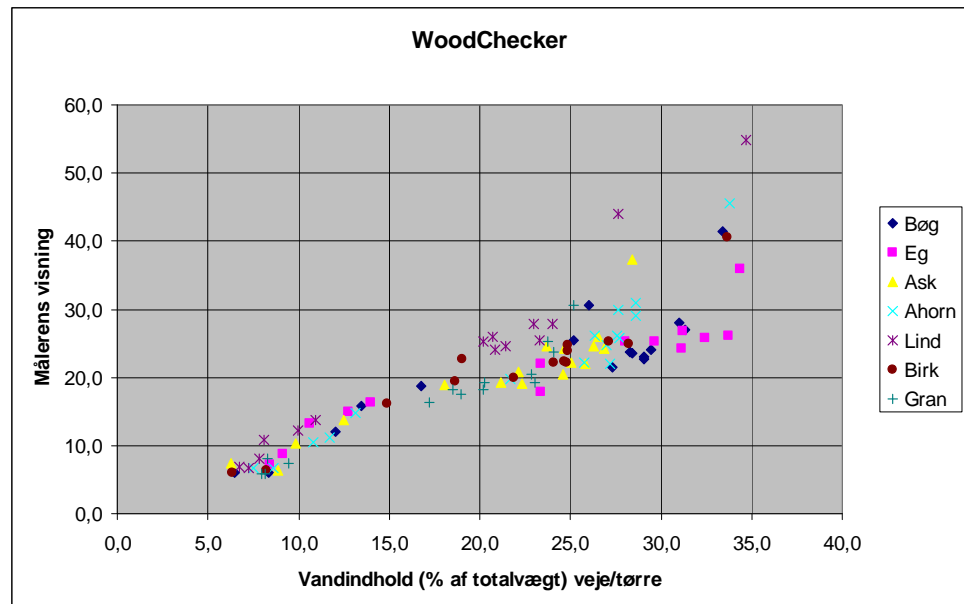
5.3.1 Droppen / Rawling

Disse to identiske målere er så langt de mest prisbillige i afprøvningen. Desværre står deres formåen i forhold til deres prisbillighed: I flere tilfælde viste målerne sig ude af stand til at registrere vandindhold omkring 12-14% og derudover kan vandindhold under 10% ikke registreres. Den begrænsede fugtvariation, hvor måleren er troværdig, sammen med en ret stor niveauafvigelse på resultaterne, betyder at disse små og billige målere kun kan give et ret groft billede af brændets vandindhold. Resultaterne er nogenlunde rimelige i intervallet 10% til ca. 20% vandindhold, men resultaternes spredning er stor. Ved højere vandindhold end 20% undervurderer målerne træets fugtighed (de viser for lave værdier).



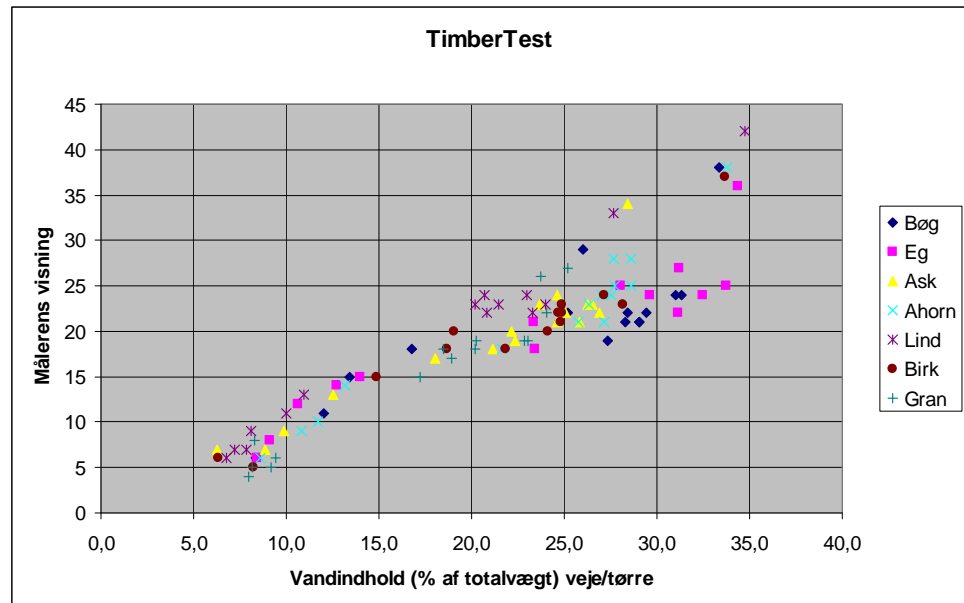
5.3.2 Wood Checker

Denne måler giver gode og forholdsvis pålidelige resultater fra 25% og helt ned til et vandindhold på 5%. Op til 20% vandindhold ligger afvigelserne generelt inden for ± 2 procentenheder fra den korrekte værdi, men stiger herefter. Det gennemsnitlige niveau er meget nær det korrekte op til et vandindhold på 25%. Over 25% vandindhold bliver afvigelserne så store og uforudsigelige, at måleren mister sin brugbarhed.



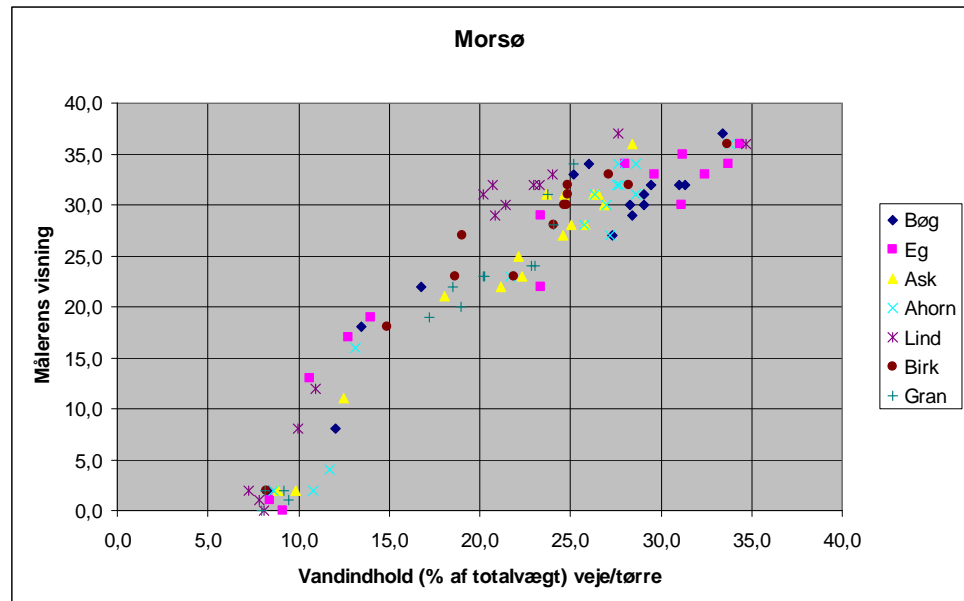
5.3.3 Timber Test FM510

Nøjagtighed og måleområde svarer stort set til den foregående (Wood Checker) men Timber Test måleren har lidt nemmere betjening og er lidt lettere at aflæse. Det er tankevækkende, at måleren markedsføres til fugtkontrol af bygningstræ, hvor fugtindholdet altid angives i procent af ovntør vægt, men afprøvningen viser, at målerens er kalibreret til at vise vandindholdet i procent af totalvægt. Hvis målingerne tolkes som procent af tørvægt, får man for lave værdier, se afsnit 1.1. Instrumentet er altså udmærket til brænde, men mindre egnet til den anvendelse hvortil det markedsføres.



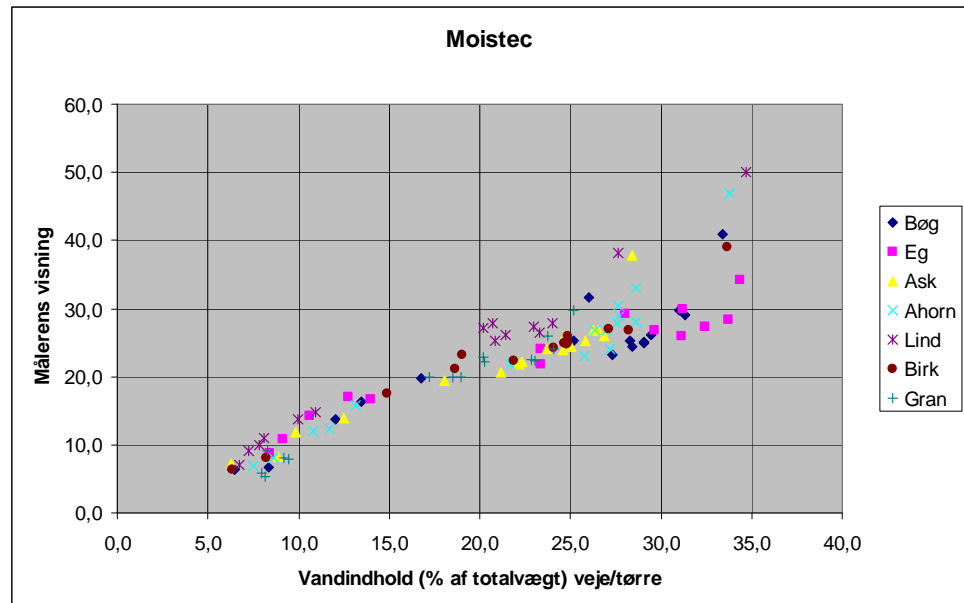
5.3.4 Morsø

Denne måler fra den billige ende af pris-spektret udmærker sig især ved et godt design og store tydelige tal. Måleteknisk er dens karakteristik for stejl, så den viser for høje værdier, når brændet er fugtigt, men for lave værdier, når det er tørt. I det kritiske område på 18-20% viser den 2 til 5 procentenheder for meget, og spredningen af resultaterne er stor over hele måleområdet (3,6 procentenheder). Med så stor spredning kan denne måler kun bruges til at danne sig et groft skøn over, hvorvidt brændet er tilstrækkeligt tørt til brug. Måleren må betegnes som generelt unøjagtig.



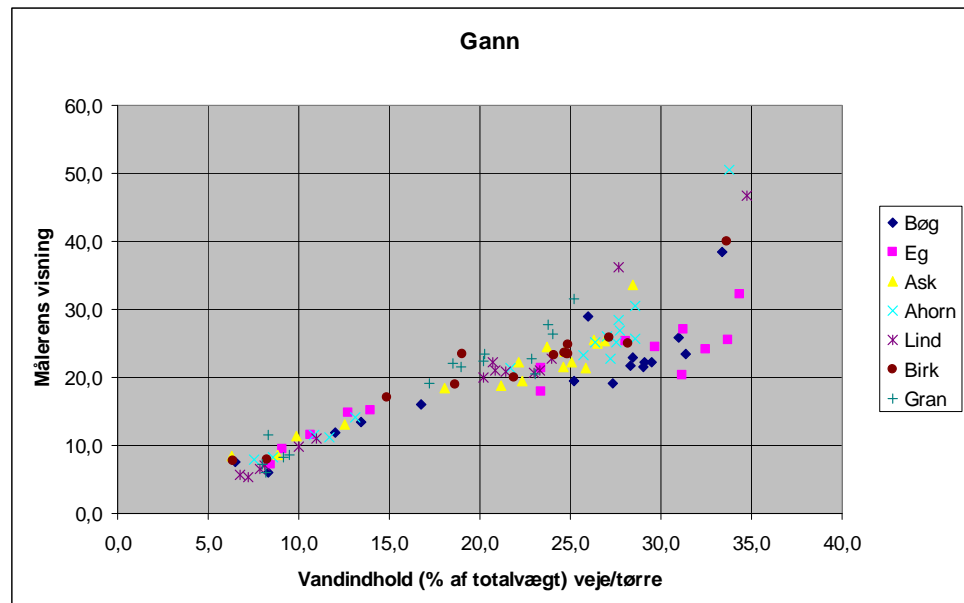
5.3.5 Moistec

”Miniature-måleren” fra østrigske Moistec er beregnet til bygningsmaterialer, hvilket lader formode, at den viser fugtprocenten i forhold til træets ovntørre vægt. Afprøvningen viser da også, at de målte værdier gennemsnitligt er lidt mere end 1 procentenhed for høje i forhold til vandindholdet i brænde, se afsnit 1.1. Bortset herfra er det en ganske troværdig måler op til en fugtprocent tæt ved 30. Afvigelsen fra den korrekte værdi er i gennemsnit 2,2 procentenheder i området op til 25% vandindhold, hvilket gør denne måler til en af de nøjagtigste blandt de afprøvede.



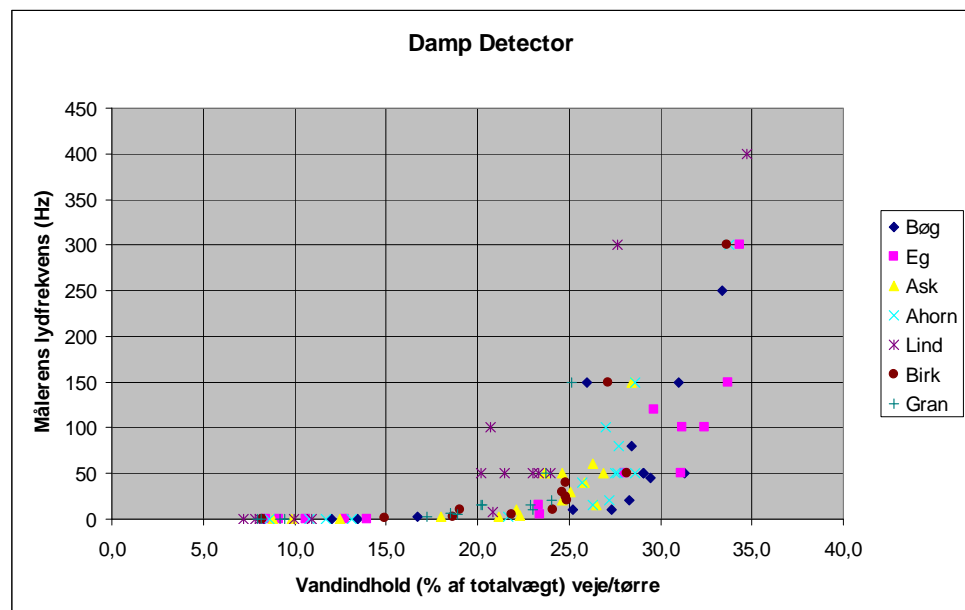
5.3.6 Gann Hydromette HT95

Dette instrument er beregnet til at vise fugtprocent i forhold til ovntør vægt, men afprøvningen viser, at måleværdierne stammer bedre overens med vandindholdet i procent af totalvægt. Den egner sig derfor udmærket til kontrolmåling af brænde. Ved vandindhold under 25% er det målte niveau meget nær det korrekte, og med en middelfejl på enkeltmålingen af størrelse 2,14 procentenheder hører denne måler til de bedste i afprøvningen, i selskab med WoodChecker, TimberTest og Moistec. Ved vandindhold over 20% vokser måleusikkerheden dramatisk. Den her brugte Gann måler er op imod 20 år gammel. En moderne måler af samme fabrikat og udformning er ikke medtaget i sammenligningen, da den pga. sin pris næppe er relevant for almindelige brændeforbrugere.



5.3.7 Damp Detector

Denne fugtmåler adskiller sig markant fra de øvrige i afprøvningen derved, at den ikke angiver et vandindhold i procent, men derimod et lydssignal, hvis frekvens er afhængig af materialets vandindhold. Retningslinien for måling er den simple, at forbliver måleren tavs, er brændet tørt nok, hvis den knurrer, er det fugtigt, og hvis den hyler, er det vådt. Vurderingen af den udsendte tonefrekvens er sket rent subjektivt og må tages med forbehold, men hovedkonklusionen er, at måleren holder, hvad den lover: grænsen mellem stilhed og "knurren" er netop ved de ca. 18% vandindhold, som Miljøstyrelsen anser som maksimum for brænde. Set i dette lys er måleren ganske nøjagtig. Ved højere træfugt er der nogenlunde sammenhæng mellem vandindhold og tonens frekvens i hvert fald op til 35% vandindhold, og det er derfor muligt at skelne mellem "fugtigt" og "vådt" træ. Målerens elektroder er afrundede og kan ikke presses ind i træet; derfor er korrekt måling afhængig af, at der findes en helt friskflækket eller -savet flade at måle på, så der ikke skjuler sig fugt under en tilsyneladende tør overflade. Dette er knapt så kritisk for de øvrige målere, som har spidse elektroder, der kan presses i det mindste et par millimeter ind i træet.



6 KONKLUSION

Med undtagelse af den ene måler (Extech), som måtte udgå af testen på grund af mangelfuld funktion, kan det konstateres, at alle målerne i afprøvningen virker efter hensigten, dog med varierende nøjagtighed. Alle målerne vil kunne være til støtte for brændeforbrugeren, som skal vurdere, om brændet er tørt nok til at bruges – eller det er så fugtigt, at der er risiko for unødigt luftforurening pga. tjære og sodpartikler i røgen, samt evt. dannelse af løbesod.

To af målerne (Moistec og Gann) er beregnet til bygningstræ og viser derfor træets fugtighed som procent af den ovntørre vægt. Derved viser de højere værdier end hvad der svarer til vandindhold i procent af totalvægt. Afprøvningen viser dog, at afvigelserne er små, så disse målere kan godt bruges til bedømmelse af brænde. Målenøjagtigheden hos de to instrumenter er ret god, og en enkelt måling vil gennemsnitligt vise en værdi, der ligger inden for et par procentenheder fra den korrekte værdi. Ved gentagne målinger fås et gennemsnit med større nøjagtighed.

De øvrige målere giver alle et resultat, som er knyttet til vandindholdet i procent af totalvægt, men med meget varierende nøjagtighed. Der er en vis sammenhæng mellem målenøjagtighed og pris. De helt billige målere (Droppen, Rawling og tilsvarende) er ikke helt stabile over hele måleområdet, målingerne udviser stor spredning, og de undervurderer brændets fugtighed, hvis vandindholdet er over 20%. Disse målere giver et noget usikkert grundlag for bedømmelse af brændets fugtighed. Noget lignende kan siges om Morsø-måleren, hvis resultater udviser den største spredning i testen. Den har dog tendens til at overvurdere vandindholdet i fugtigt brænde, så der er ikke så stor risiko for ”at komme galt af sted”, selv om målingerne generelt er unøjagtige.

Målerne i den dyre ende af prisspektret: Moistec, Wood Checker, Timber Test og Gann HT95 (nævnt efter stigende pris) er alle pålidelige og rimeligt nøjagtige. Det beror i høj grad på smag og pengepung, hvilken af disse målere, man foretrækker.

Den sidste måler, Damp Detector med lydsignal, udgør en absolut brugbar mulighed for den forbruger, som blot vil vide om brændet er tørt nok til at fyre med. Den har i afprøvningen givet konsistente og brugbare resultater, idet den netop begynder at give lyd fra sig, hvis vandindholdet overskrider 18%.

Ingen af de afprøvede målere er i stand til at måle fugtigheder over ca. 20% vandindhold med en rimelig grad af nøjagtighed. Målerne er altså ubrugelige til friskfældet træ og begynder først at give troværdige resultater, efter at brændet er nået mere end halvvejs i tørreforløbet. Man kan dermed ikke vurdere, hvor langt man er i processen med at tørre træet, men ”kun” om målet er nået. Viser måleren 20% eller derover, er brændet helt klart for fugtigt til at fyre med, men det faktiske vandindhold er meget usikkert bestemt. Mellem 5% og 20% vandindhold giver afprøvningens dyreste målere en ret

præcis bestemmelse af brændets fugtighed, med en målesikkerhed på kun et par procentenheder.

Under alle omstændigheder er det vigtigt, at man ikke forledes af, at brændet er tørt på overfladen. Man bør altid flække nogle stykker og måle fugtigheden på den friske flade, så man er sikker på at brændet er tørt hele vejen igennem.