



Vask og tørre, Just in Time!

PAVAN VENKATRAMAN

Bernadotteskolen, 6. klasse

Vask og tørre, Just in Time! / Unge Forskere Junior 2023

INDHOLD

Resumé	3
<hr/>	
Problemet	4
<hr/>	
Hypotese	5
<hr/>	
Metode	6
<hr/>	
Setup	7
<hr/>	
A. Kontrol-setup i et stort rum	
B. Kontrol-setup i et lille rum	
C. Setup med omgivende tøj	
D. Setup udenfor i et overdækket område	
E. Setup tæt på ventilator for at øge luftcirkulationen	
F. Setup i nærheden af et varmeapparat til at øge rumtemperaturen	
<hr/>	
Resultater	18
<hr/>	
Konklusion	18
<hr/>	
Perspektivering	19
<hr/>	
Næste Skridt	20
<hr/>	
Bilag	22
<hr/>	
- Udstyr / sensor brugt i eksperimenterne	

RESUMÉ

Mange af os vasker vores tøj derhjemme i stedet for at bruge et vaskeri. Så vi må også tørre det våde tøj derhjemme. I betragtning af, at tøj er maskinvasket, er der mange metoder til at tørre tøj. Man kan for eksempel hænge det på en tørresnor, lægge det i solen eller tørre det i en tørretumbler. Men tøjtørring er også afhængig af årstiden og hvor og hvordan vi bor. For eksempel, om vinteren er det anderledes i den varmelige Sydeuropa end i Nordeuropa, og i en lejligheds indendørs miljø eller et hus. En tørretumbler er den mest effektive måde at tørre tøj på hurtigt, men den bruger strøm og koster penge. I de fleste hjem er tørretumbleren en af de mest energikrævende apparater, sammen med køleskabe og vaskemaskiner, udover at det er skadeligt for tøj. At tørre tøj på en tørresnor koster ikke noget og er derfor mest besparende. Ved at ændre måden vi tørrer tøj på, kan vi komme tættere på at nå EU's miljømål. Ifølge det Europæiske Miljøagentur er 44% af miljøpåvirkningen på et stykke tøj i brugsfasen: når vi vasker, tørrer og bruger tøj. Tørretumbleren er ikke så skånsom for tøj og frigiver giftige mikrofiber og kemikalier i luften. De er miljøbelastende og farlige for naturen. At lufttørre med omtanke kan skåne både tøj og miljøet.

Min hypotese er, at der må være en måde at lufttørre tøj på, der er næsten lige så effektiv som tørretumbling med mindre energiforbrug.

Energipriserne har været stigende i de sidste par måneder på grund af krigen i Ukraine og den globale økonomiske tilstand. Derfor er brugen af tørretumbler også blevet dyrt. Lige nu, er der mange forslag i medierne om, hvordan man kan tørre tøj for at spare penge, og mange mennesker forsøger at holde sig væk fra tørretumblere for at spare penge.

Mit projekt viser en sammenligning af forskellige metoder til at tørre tøj på: hurtigste, mest effektive og mest klimavenlige. Ved at undersøge de faktorer, der bestemmer tørrehastigheden og de omstændigheder, der påvirker den, vil dette projekt vise den ideelle måde at tørre tøj på, som er omkostningseffektivt, forbruger mindre energi og er klimavenlige. Jeg har fundet ud af ved at bruge en ventilator til at øge lufttørring er lige så hurtigt som tørretumbleren, men bruger kun 5% af dennes energiforbrug. Med et effektivt tørringsprincip kan man gøre en bemærkelsesværdig forskel for, hvordan familier kan leve et mere klimavenligt og bæredygtigt liv.

Dette projekt kan hjælpe dem, der forsøger at spare energi, penge og passe på miljøet ved ikke at bruge en tørretumbler.



PROBLEMET

I de fleste hjem er tørretumbleren en af de mest energikrævende apparater, sammen med køleskabe og vaskemaskiner. En gennemsnitlig tørretumbler bruger 4 kWh energi og producerer omkring 800g CO₂. Hvor andre apparater som køleskabe har let tilgængelige muligheder med A eller A+ effektivitetsklassificeringer, scorer tørretumblere stadig meget lavere, ved en C-klassificering eller derunder.

En typiske energiklasse A++ tørretumbler bruger mellem 1,7 kWh til 2,1 kWh pr. gang. Det bliver til ca. 3,40 kr. pr. gang. Ifølge Danmarks Statistik, i 2022, ejede 81% af danskere en vaskemaskine mens 59% ejede også en tørretumbler. Men det var svært at finde pålidelige data om disse tørretumblers energiklassificering. SparEnergi.dk, der drives af Energistyrelsen, regner med, at en gennemsnitsfamilie med to voksne og to børn bruger tørretumbleren 160 gange om året, ca. 2-3 gange om ugen. Hver gang fyldes den med 7 kilo tøj. En typiske energiklasse C tørretumbler bruger mellem 8,5 kWh til 10,0 kWh pr gang. Det bliver 17 kr. pr. gang.

I de Skandinaviske lande plejer man at tørre tøj udendørs om sommeren, men i de kolde måneder fra september og frem til april er man nødt til at tørre tøj indendørs på grund af regnevejr. Det udgør et problem, da folk skal tørre tøj indendørs. Der er kun få dage når vejret er "knastørt" og perfekt til udendørs tørring. Dette bliver ofte diskuteret bredt i medierne, så folk kan blive gjort opmærksomme på det og kan undgå at bruge tørretumbleren.

Mange vælger at tørre tøj med tørretumbleren fordi det er nemt og hurtigt, men det er også dyrt og dårligt for miljøet. Processen frigiver mange mikrofiber og CO₂ i luften. Vi bruger også for meget energi ved at bruge denne måde at tørre tøj på.

Så spørgsmålet er, hvordan kan man lufttørre tøj mest effektivt og praktisk om vinteren?



Fig: 1 Forskellige tilfælde af tørring af tøj indendørs: Nogle mennesker har et tørrerum i deres kælder eller på deres hems



Fig: 2. Andre gør det i en krog af deres hjem. På billede ovenpå ser vi, at tøjet tørres ved et vindue og en radiator. Kilde: Internet

NOGLE PERSPEKTIVER PÅ TØRRING AF TØJ INDENFOR:

De mennesker jeg talte med har forskellige perspektiver på at tørre tøj. Nogle klager over mange fibre indendørs som skyldes tøj. Andre er bekymrede over høje luftfugtighedsniveauer fra vådt tøj. I kolde områder som Norden holder folk ofte deres vinduer lukkede og det resulterer i høje indendørs luftfugtighedsniveauer. På trods af radiatoropvarmning er der høj risiko for skimmelsvamp. Når vådt tøj hænges i et rum for at lufttørre øges det risikoen for skimmelsvamp. Rummets størrelse, radiatorens effektivitet og luftstrømmen er vigtige faktorer for at holde styr på skimmelsvamp. En sådan skimmelvækst skaber et dårligt indendørsmiljø, hvilket sætter beboerne i høj risiko for luftvejssygdomme.

Indendørs lufttørring kan kompromittere din luftkvalitet og bringe støv rundt i huset. Vådt tøj kan indeholde 2-3 liter vand, hvis det ikke er ordentligt centrifugeret. Disse øger skimmelsvampsvækst og giver andre problemer, hvis man ikke har nok luftstrøm i værelsen.

HYPOTESE

Min hypotese er, at tørretiden for vådt tøj vil være kortere, når det hænger i et godt ventileret rum, sammenlignet med tøj, der hænger i et dårligt ventileret rum. Dette kommer fra et veletableret princip om, at hastigheden af vandtab fra et vådt materiale vil være hurtigere i et varmt og blæsende miljø end i et køligt og roligt miljø.

Det er interessant at finde ud af, om et sådant ideelt tørremiljø kan skabes med minimal brug af energi og ressourcer, ved hjælp af en kombination af faktorer som luftstrøm, lufttemperatur, fugt og rumstørrelse.

METODE

Jeg lavede en række eksperimenter for at vise, hvad de bedste omstændigheder er for at lufttørre tøj. Jeg brugte to klude til forsøgene, en tynd og en tyk som repræsenterer kvaliteten af typisk hverdagstøj. Kludene blev fugtet, vredet og centrifugeret ved 1400 RPM og tørret på et indendørs tøjstativ. Denne proces blev gentaget syv gange, hver gang placeres de i en ny opsætning, for at simulere forskellige scenarier. Fugten i test kludene blev målt hver time.

Eksperimenterne der blev udført var:

- En kontrol i et stort rum;
- En kontrol i et lille rum;
- Omgivet af andet tøj - for at simulere virkningen af meget vådt tøj;
- Udenfor i et overdækket område;
- Tæt på ventilator for at øge luftcirkulationen; og
- I nærheden af en varmeapparat for at øge rumtemperaturen



De to klude brugt i eksperimenterne: Den tørre blå klud (tyk) vejer 100g og den tørre hvide klud (tynde) vejer 70g

SETUP

A. Kontrol-setup i et stort rum

Jeg fugtede de to klude, vredt og centrifugerede dem på 1400 Rpm. Derefter hængte jeg dem i et rum på 3,3m x 2,7m x 8,6m. Vi målte fugten af begge klude hver time.



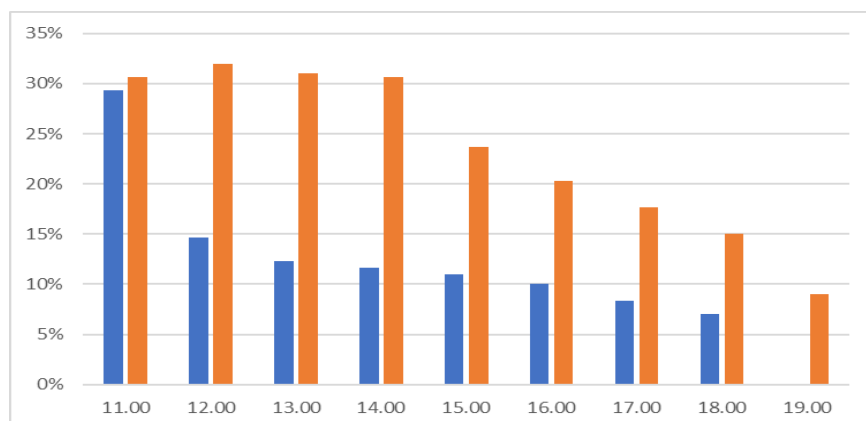
Tabel 1: Gennemsnitlige fugtighed målt i et stort rum indtil tør (8 % fugt)

Orange: Tyk blå kludens fugtighed; tid til tørre : 9 timer

Blå: Tynde hvid kludens fugtighed; tid til tørre : 9 timer

Energiforbrug: 0 kWh

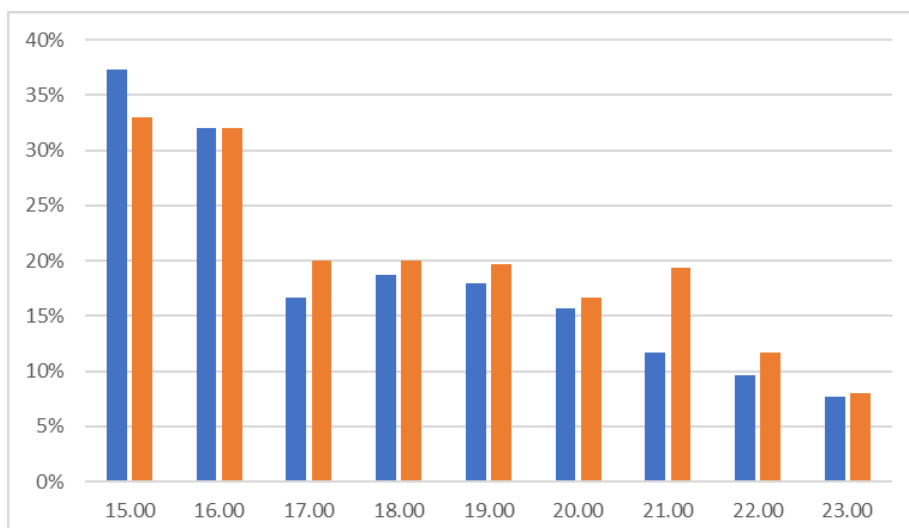
Tabellen viser at for den tykke klud sker et mindre drastisk fald i starten end for den tynde klud. Der var cirka 10% forskel i luftfugtighed.



	Tynde	Tyk	Tid
Tør	8%	10%	10.45
Vådt	50%	50%	10.46
Opvredet	37%	38%	10.47
Centrifugerede	31%	29%	10.47-11.00
Færdig	9%	7%	19.00/18.00

B. Kontrol-setup i et lille rum

Igen fugtede jeg de to klude og gentog processen med at vride og centrifugere dem på 1400 RPM. Derefter satte jeg dem i et lille rum på 2,7 x 2,7 x 3,1 til tørre, og målte igen hver time. Gennem hele dette eksperiment forblev fugtniveauerne ret ens med undtagelse af kl. 21.00



Tabel 2: Gennemsnitlige fugtighed målt i et lille rum indtil tør (8 % fugt)

Orange : Tyk blå kludens fugtighed; tid til tørre: 9 timers

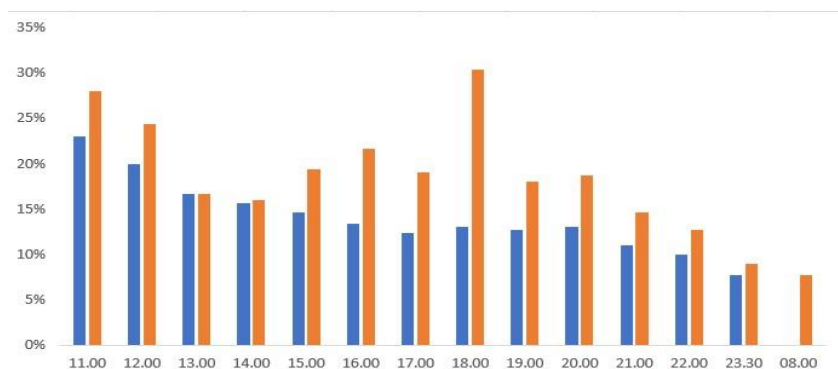
Blå: Tynde hvid kludens fugtighed; tid til tørre: 9 timers

Energiforbrug: 0 kWh

	Tynd	Tyk	Tid
Tør	8%	10%	14.45
Vådt	52%	52%	14.46
Vridet	36%	32%	14.47
Centrifugerede	37%	33%	14.47-15.00
Færdig	8%	8%	23.00

C. Setup med omgivende tøj

Jeg fugtede to klude, vredt, centrifugerede og placerede dem i den lille rum og omgav kludene med andre vådt tøj til at simulere et hverdags situation. Jeg målte fugtprocenten hver time.



Tabel 3: Gennemsnitlige fugtighed målt med omgivende tøj indtil tør (8 % fugt)

Orange : Tyk blå kluds fugtighed; Tid til tørre: 22 timer

Blå: Tynd hvid kluds fugtighed; Tid til tørre: 13+1/2 timer

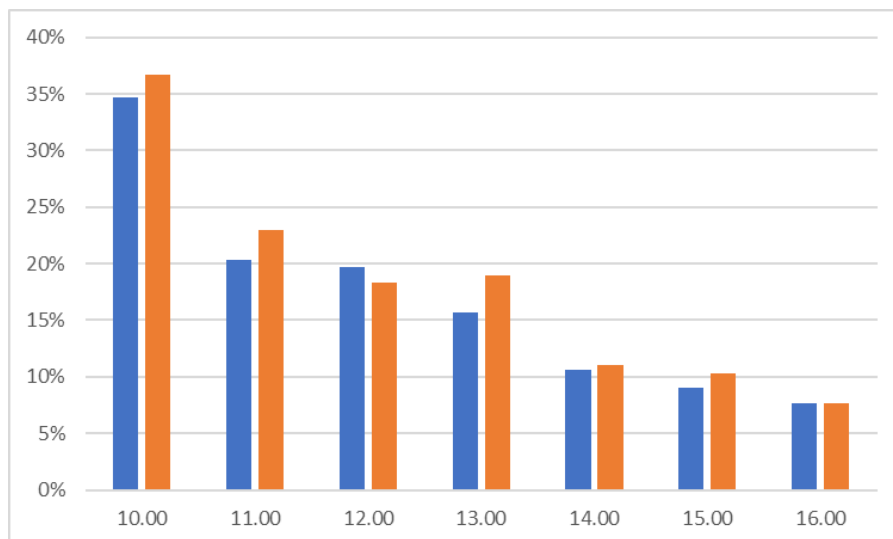
Energiforbrug: 0 kWh

Begge klude havde en lignende fugtprocent indtil kl. 15.00, hvor tykke kluden pludselig øgede i fugtprocent. Nok på grundt af våd pletter.

	Tynd	Tyk	Tid
Tør	8%	8%	10.45
Vådt	53%	54%	10.46
Vridet	38%	40%	10.47
Centrifugerede	23%	28%	10.13-11.00
Færdig	8%	8%	23.30/8.00

D. Setup udenfor i et overdækket område

Jeg gentog processen med at fugte, vride og centrifugere kludene men lade dem tørre udenfor, hvor de var dækket for regnen.



Tabel 4: Gennemsnitlige fugtighed målt i et overdækket område indtil tør (8 % fugt)

Orange : Tyk blå kluds fugtighed; Tid til tørre: 7 timer

Blå: Tynd hvid kluds fugtighed; Tid til tørre: 7 timer

Energiforbrug: 0 kWh

Af tabellen kan man se at niveauerne forblev ens.

	Tynd	Tyk	Tid
Tør	8%	8%	9.45
Vådt	53%	55%	9.46
vridet	45%	46%	9.47
centrifugerede	35%	37%	9.13-10.00
Færdig	8%	8%	16.00

E. Setup tæt på ventilator for at øge luftcirkulationen

Endnu en gang gentog jeg processen og hængte kludene op. Denne gang placerede jeg en ventilator i nærheden af tøjet.

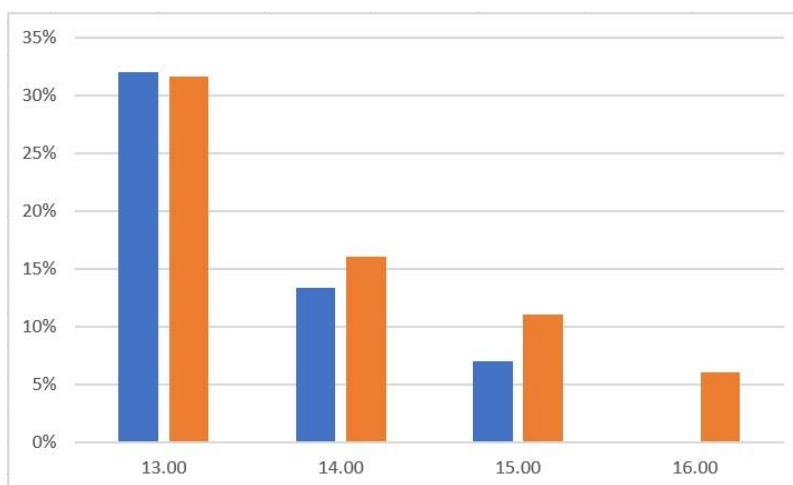


Table 5: Average humidity measured when clothes were placed close to a fan until dry (8% humidity)

Orange: Thick blue towel humidity; Time to dry: 3 hours

Blue: Thin white towel humidity; Time to dry: 3 hours

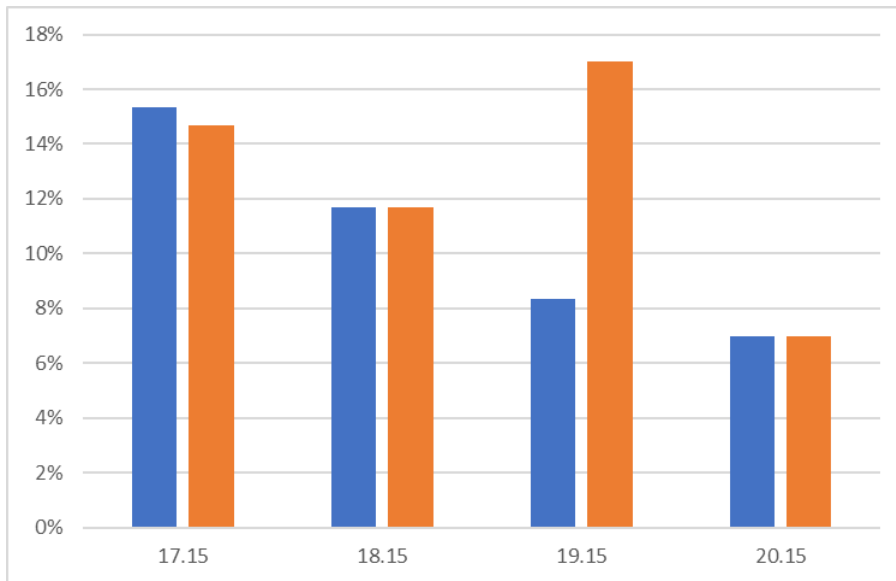
Energy consumption: 0,1 kWh

Here both towels have little moisture, but the thick one has much more than the thin one

	Tynd	Tyk	Tid
Tør	8%	8%	10.45
Vådt	58%	56%	10.46
Vridet	52%	46%	10.47
Centrifugerede	32%	31%	10.13-11.00
Færdig	7%	6%	15.00/16.00

F. Setup i nærheden af et varmeapparat til at øge rumtemperaturen

Jeg gentog fugtningsprocessen og hængte kludene over et elektrisk varmeapparat.



Tabel 6: Gennemsnitlig fugtighed når kludene står i nærheden af en varmeapparat og målt indtil tør (8 % fugt)

Orange : Tyk blå kluds fugtighed; Tid til tørre: 4 timer

Blå: Tynd hvid kluds fugtighed; Tid til tørre: 4 timer

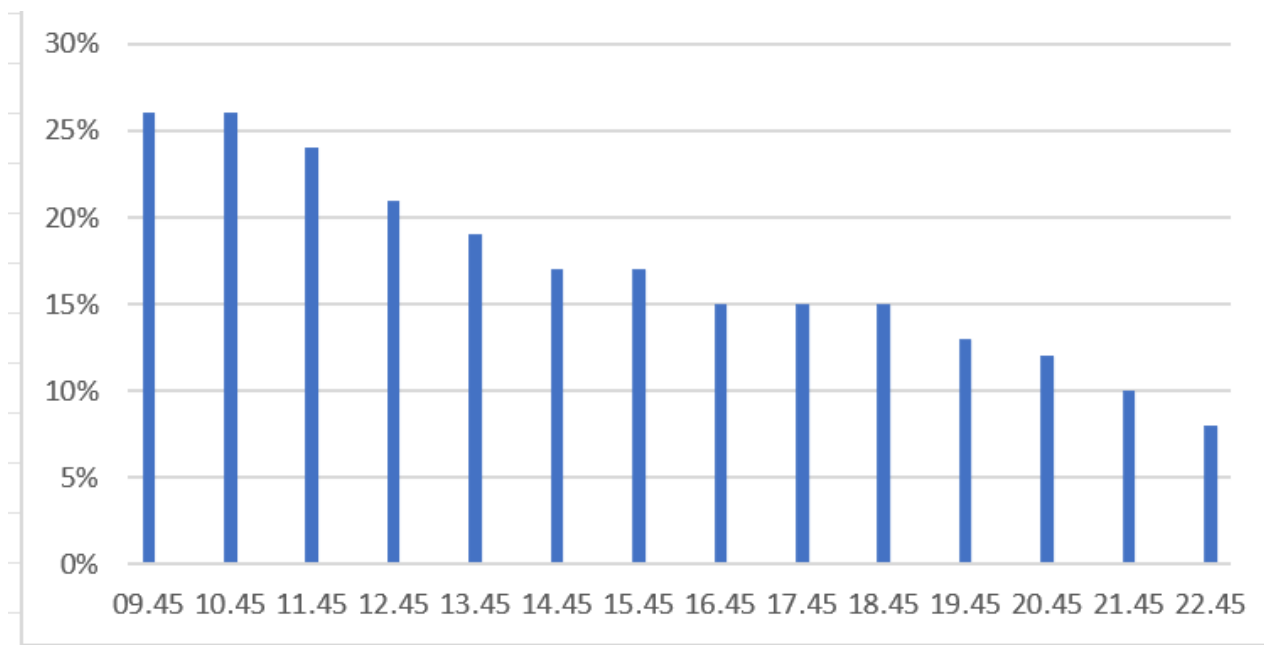
Energiforbrug: 2,3 kWh

Igen tørrede den tynde hurtigere end den tykke. Men begge tørrede relativt hurtigt. 19:15 steg fugten, sandsynligvis på grund af en våd plet på grund af varmeapparatets ujævne tørring

	Tynd	Tyk	Tid
Tør	8%	8%	
Vådt	56%	55%	16.59
Vridet	51%	54%	17.00
Centrifugerede	19%	16%	17.00-17.13
Færdig	7%	7%	20.15

G. Kontrol - fuld vask

Efter feedback fra juryen besluttede jeg at lave mit respiratoreksperiment og mit kontrol om med en fuld vask tøj. Fordi at lave eksperimenten med 2 klude er ikke i meget realistisk forhold og derfor lavede jeg dem igen med fuld vask for mere realistisk resultater.

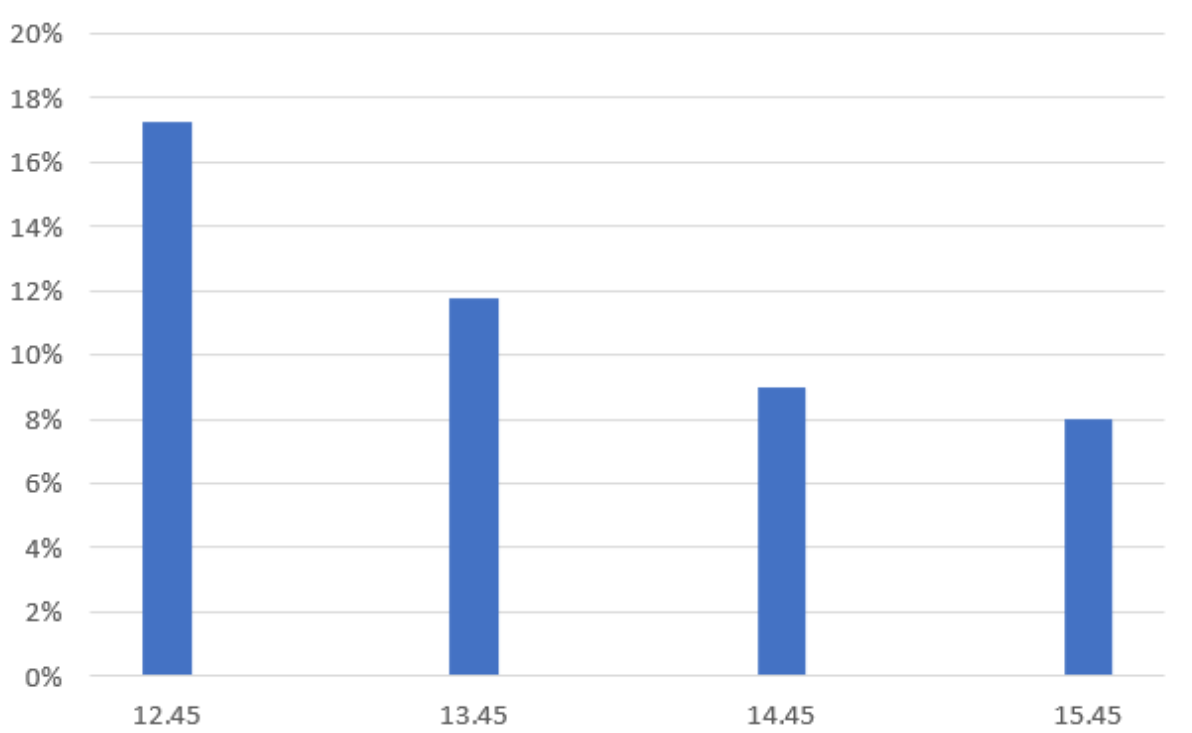


Tabel 6: Gennemsnitlige fugtighed når kludene står med andre klude - målt indtil tør (8 % fugt)
Energiforbrug: 0 kWh

	Fugtighed	Tid
Tør	8%	
Vådt	55%	9.30
Vridet	43%	9.32
Centrifugerede	27%	9.32-9.45
Færdig	8%	22.45

H. Ventilator niveau 6 (max) - Fuld vask

Jeg gentog ventilator eksperimenten med et fuld sæt tøj, først med ventilator på max niveau.



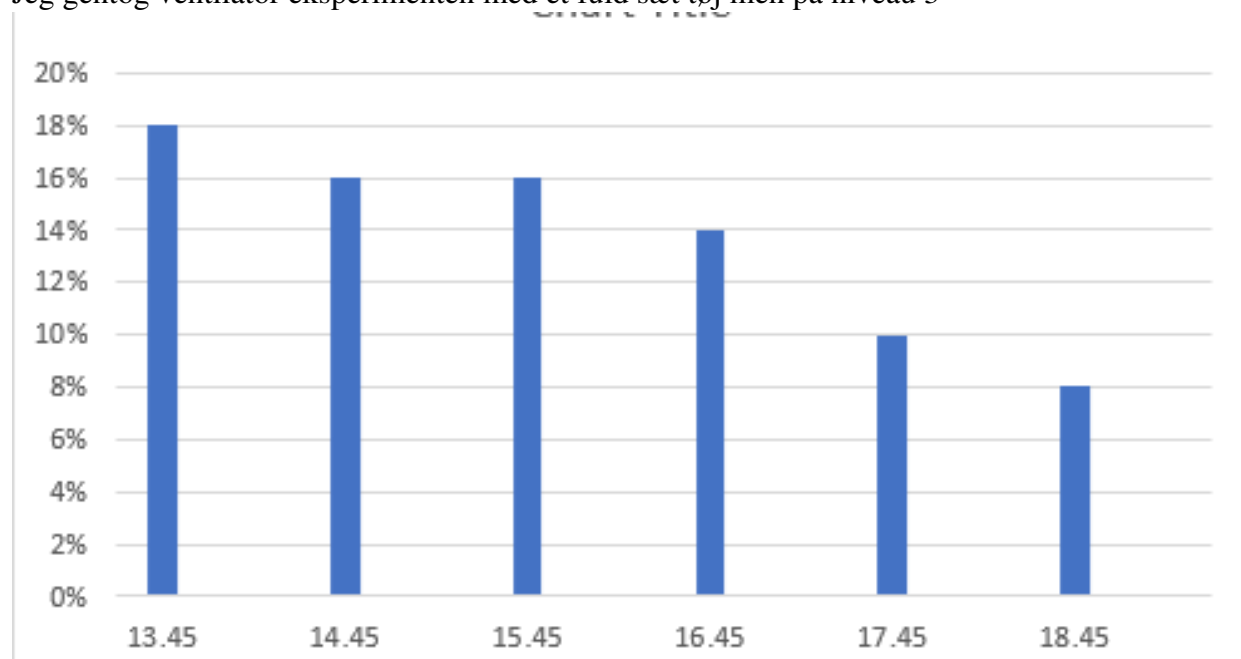
Ventilatoren jeg brugte har 6 niveau. 6 er den mest kræftfuld niveau mens 1 er den mindst tog 3 er i midten.

Tabel 7: Gennemsnitlige fugtighed når kludene står i nærheden af en ventilator - målt indtil tør (8 % fugt)
Energiforbrug: 0,12 kWh

	Fugtighed	Tid
Tør	8%	
Vådt	55%	12.30
vridet	43%	12.32
centrifugerede	27%	12.32-12.45
Færdig	8%	15.15

I. Ventilator niveau 3 - Fuld vask

Jeg gentog ventilator eksperimenten med et fuld sæt tøj men på niveau 3

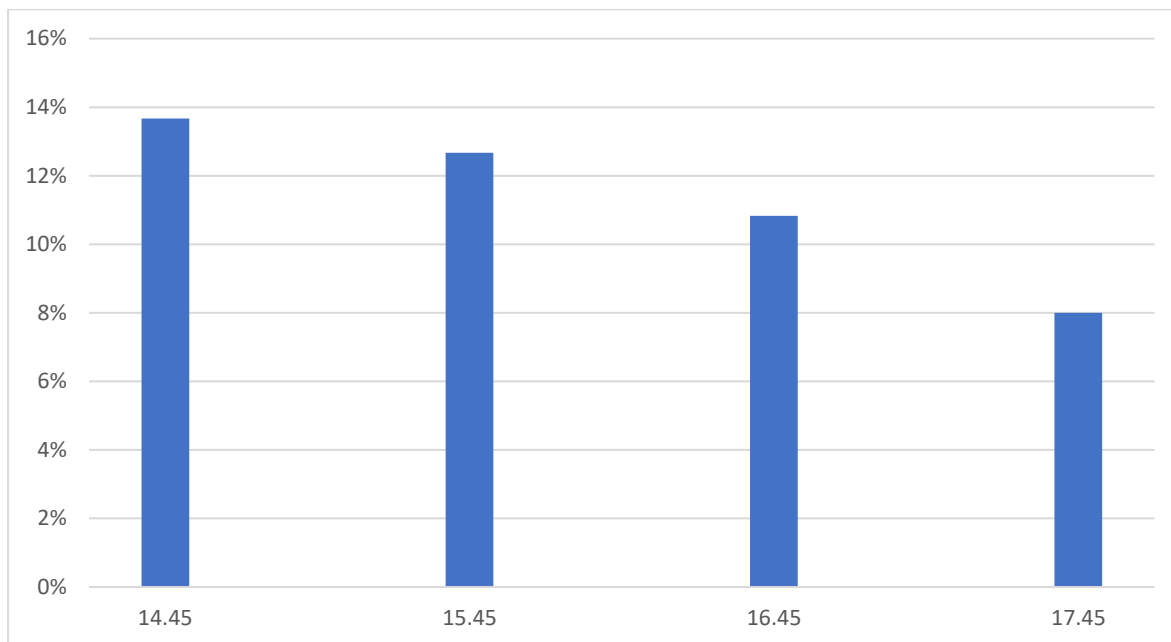


Tabel 8: Gennemsnitlige fugtighed når kludene står i nærheden af en ventilator på niveau 3 - målt indtil tør (8 % fugt)
Energiforbrug: 0,09 kWh

	Fugtighed	Tid
Tør	8%	
Vådt	53%	13.30
vridet	42%	13.32
centrifugerede	28%	13.32-13.45
Færdig	8%	18.45

Efter jeg havde gennemført disse eksperimenter indså jeg, at ventilatoren var på siden i alle ventilatoreksperimenterne. så jeg spekulerede på, om positionen kunne ændre tørretiden. så jeg prøvede et eksperiment med ventilatoren, der lagde sig under tøjet for at se, om det påvirkede noget.

J. Ventilator placering under tøjet - Fuld vask



Tabel 9: Gennemsnitlige fugtighed når ventilatoren er under tøjet - målt indtil tør (8 % fugt)
Energiforbrug: 0,12 kWh

	Fugtighed	Tid
Tør	8%	
Våd	53%	14.30
vridet	42%	14.32
centrifugerede	28%	14.32-14.45
Færdig	8%	18.45

RESULTATER

Resultaterne viste, at brugen af en ventilator i max niveau (6) til at fremskynde tørringsprocessen var det hurtigste, idet den kun brugte 4 timer. Den brugte **0,12 kWh** energi til hele processen. Det koster 30 øre (priserne er gennemsnit af Marts 2023, ifg. Energistyrelsen).

Ventilatoren i niveau 3 brugte **0,03 kWh** mindre men tog 2 timer mere, nemlig 6 timer.

Tørring ved brug af varmeapparat, det tog også 4 timer men brugte **2,3 kWh** energi.

Selvom den ventilator-assisterede tørring bruger 30 watt (0,12 kWh x 4 timer) energi, er den overraskende meget mindre end en tørretumbler, der i gennemsnit bruger 1800-5000 watt energi per vask. For at tørre tøj med samme hastighed som tørretumbleren er ventilatoren en god løsning. Den bruger langt mindre energi. Dette var virkelig et overraskende resultat, som jeg ikke havde regnet med.

Uassisteret lufttørring af tøj kan være den billigste (faktisk gratis!), men det tager også længst tid, hvilket gør det til et upraktisk forslag til indendørs situationer om vinteren. Der er dog forskel på tørretiderne afhængig af luftfugtighed, temperaturen og årstiderne.

Brug af en ventilator til at øge lufttørring er derfor en nyttig retning at udvikle konceptet videre til et nye integreret produkt til hjemmebrug. Måske kan man lave et bedre designet tøjstativ kombineret med en indbygget teknik for at optimere luftstrømmen.

KONKLUSION

Nr	Eksperiment	Rumstørrelse	Tid til at tørre (tyk blå klud)	Tid til at tørre (tynd hvid klud)	Energiforbrug
1	Kontrol-i et stort rum	3,3mx2,7mx8,6m	9 Timer	9 Timer	0
2	Kontrol-i et lille rum	2,6x2,6x3,1	9 Timer	9 Timer	0
3	Omgivende tøj	2,6x2,6x3,1	22 Timer	13 Timer	0
4	Udendørs	udenfor	7 Timer	7 Timer	0
5	Ventilator	2,6x2,6x3,1	3 Timer	3 Timer	0,1 kWh
6	Ventilator (med fuld vask)	2,6x2,6x3,1	4 Timer	4 Timer	0,1,2 kWh

7	Varmeapparat	2,6x2,6x3,1	4 timer	4 timer	2,3 kWh
8	Tørretumbler (A++)		2 timer	2 timer	1,7 kWh
9	Tørretumbler (C)		2 timer	2 timer	4,76 kWh

Tabel 10: Resumé og oversigt over alle eksperimenter

Ud fra mine tests kan jeg konkludere, at ventilatortørring er den mest effektive metode til at tørre tøj på.

Efterfulgt af brug af et varmeapparat. Men begge disse muligheder bruger elektricitet. Ventilatoren brugte 0,12 kWh mens varmeapparatet bruger 2,3 kWh. Så hvis man er bekymret for elprisen, anbefales det enten at tørre tøjet i et koldt, beskyttet rum eller at lade dem tørre i et stort, ufugtigt og godt ventileret rum. Forhåbentlig kan dette hjælpe mange mennesker med at bo CO₂-neutralt og tørre tøj til en meget billigere pris.

Et af de vigtige fund er, at den samlede luftmængde i et rum ikke er vigtig. Faktisk er det luftcirkulationen, der er vigtigere. Forøgelse af lufttemperaturen hjælper med at fremskynde tørreprocessen, men prisen for at varme lokalet op er for høj i forhold til effekten.

Når man sammenligner tørretiden mellem en ventilator og en tørretumbler indtil man har knastørre tøj, kan man se at en ventilator kun bruger 4,76% af den mængde strøm som en tørretumbler bruger.

PERPEKTIVERING

Tørring af vådt tøj er en daglig opgave for mange familier. Mange familier vælger at tørretumble deres tøj, da det er meget praktisk – man kan smide tøjet i tørretumbleren, og det er gjort på få timer.

Vi har brug for mere bevidsthed om miljøpåvirkningen ved at bruge tørretumblere, og hvordan det kan hjælpe at gribe dette problem anderledes an. Medierne bugner af ideer til at tørre tøj billigt uden tørretumblere. Jeg bruger nogle af disse i min forskningsproces, og resultaterne af eksperimentet viser tydeligt, at en hybrid tilgang (ventilatorassisteret lufttørring) er nødvendig, især i koldere klimazoner.

Klimapåvirkningen af selv en lille ændring som denne kan være enorm. Tilgangen reducerer ikke bare energiforbruget, men tackler også miljøbelastningen ved at bruge tørretumblere, der frigiver skadelige mikrofibere og kemikalier til indeluften og langsomt ødelægger vores tøj.

Resultaterne af mine eksperimenter skaber også en ny mulighed for nye, lavenergi- og miljøbevidste produkter til tøjtørring, der er relevante for samfundet.

Men i betragtning af de enorme energibesparelser kan nogle lejlighedskomplekser overveje at etablere en tørrekælder med ventilatorer og opfordre deres beboere til at bruge denne i stedet for tørremaskiner.

Stor potentiale til hjemmebrug og dampvaskeri industri:

Resultaterne her viser, at det er muligt at spare en masse energi ved at bruge luft strømmens evne til at tørre tøj i stedet for en tørretumbler. Dette har en stor samfundsmæssig værdi, da Danmarks statistik viser, at 59% af de danske familier har en tørretumbler. Det svarer til ca. 1.645.091 tørretumblere i 2.788.291 husstande. Bolius.com anslår, at hver tørrecyklus udleder omkring 800g CO₂, og en gennemsnitlig familie laver 160 vaske- og tørrecykluser om året.

Af de ca. 210 millioner kg CO₂ som tørretumblere udleder hvert år, tror jeg, at en tilgang til ventilator-assisterede lufttørring kan potentielt nemt spare 10-20% af denne påvirkning, især hvis vi arbejder på mere praktiske løsninger til at implementere dette princip.

Desuden er der potentielt en lige så stor indvirkning i industrielle tekstil og vaskerier. Deres nuværende infrastruktur ikke ser ud til at bruge lufttørring som en proces og i stedet er meget afhængig af store tørretumblere

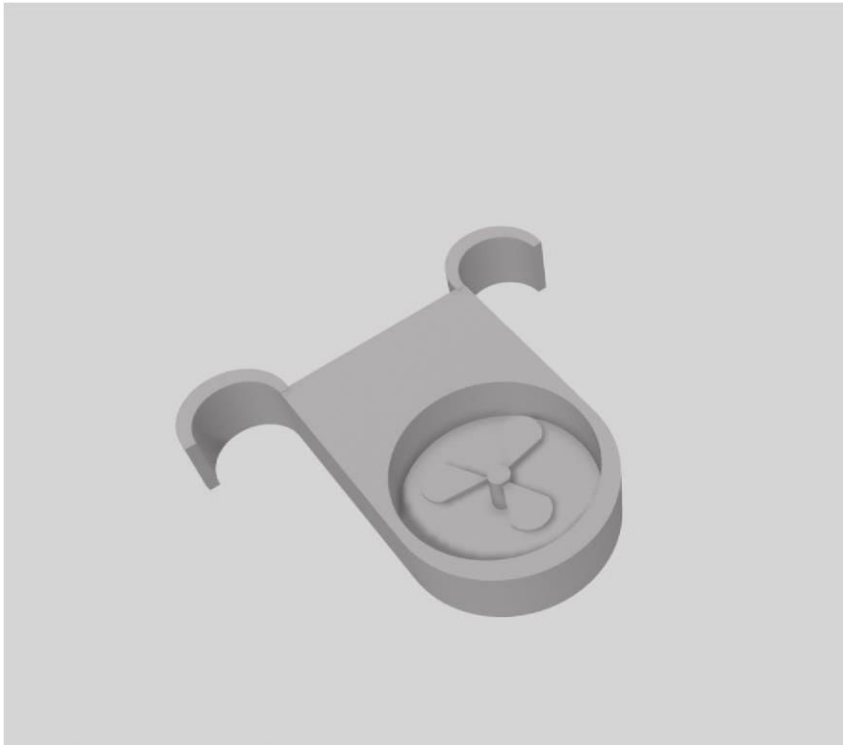
Kampen mod Svampen

Oftentimes er folk bekymrede for at tørre tøj indendørs fordi de tror at risikoen for skimmelsvamp er meget høj på grund af højere luftfugtighed. Jeg målte luftens relativt fugtighed og omgivelsestemperaturen i rummet, da tøjet tørrede. Jeg kunne observere en lille stigning i den omgivende relativt luftfugtighed ved tørring af tøjet f.eks. 5 % i et stort rum, 6% i et lille rum og 4% i et lille rum med en ventilator. Den omgivende temperatur ændrede sig næsten ikke mærkbart i alle rum. Jeg kan konkludere, at risikoen for skimmelsvamp ikke øges på grund af en minimal ændring i luftfugtighed og temperatur. Men der lugter a vådt tøj, som kan være irriterende og kan opfattes som noget, der er forbundet med skimmelsvamp. Ved at bruge en ventilator i rummet til at fremskynde tørretiden skaber vi luftbevægelse. Det er allerede fastslået, at skimmelsvamp ikke vokser, når der er tilstrækkelig luftcirkulation i et rum. Det skyldes, at de helt små og lette skimmelsporer ikke får mulighed for at sætte sig og udvikle sig et sted. (Robbins & Morrell, 2002)

NÆSTE SKRIDT

Jeg arbejder på flere koncepter for at finde en måde at øge luftcirkulationen omkring tøjet på, sådan at man kan reducere tørretiden med den mindste mængde energi.

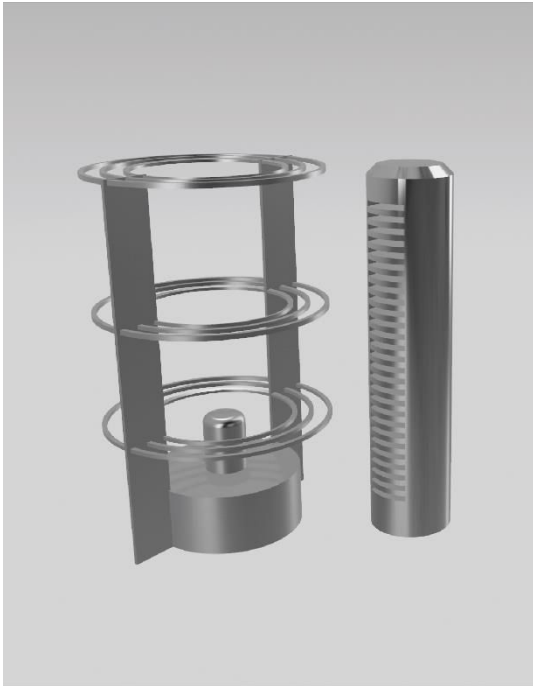
Koncept 1:



En lille batteridrevet ventilator, som er designet til at blive fastgjort til et tøjstativ, kan være en praktisk og effektiv måde at tørre tøj på. Den lille størrelse og trådløse design gør det nemt at placere ventilatoren, hvor det er mest praktisk, og samtidig øge luftstrømmen, så tøjet tørrer hurtigere.

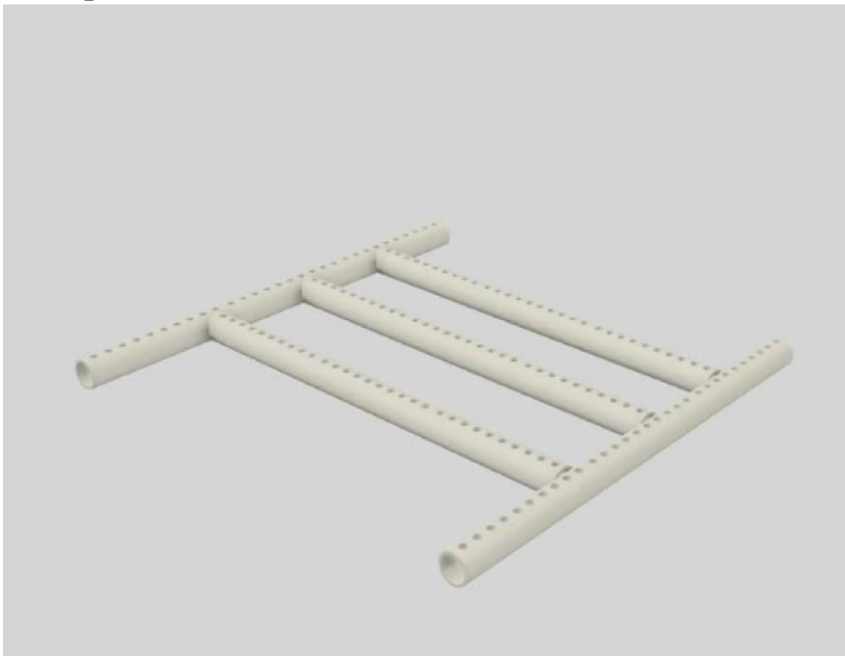
Ventilatorens batteridrevne drift betyder også, at den kan bruges, uanset hvor tøjstativet er placeret, uden at skulle bekymre sig om at have en strømkilde i nærheden. Dette kan være særligt nyttigt, hvis du tørrer tøj udendørs eller på en placering, hvor der ikke er nogen strøm til rådighed.

Koncept 2:



Et rundt tøjstativ med en indbygget cirkulationsventilator i midten kan være en fantastisk måde at tørre tøj på. Den centrale placering af ventilatoren sikrer, at luften cirkulerer jævnt omkring tøjet og hjælper med at fremskynde tørringsprocessen.

Koncept 3:



Et tværsnit af et tørrestativ, som er perforeret, kan være en praktisk og effektiv løsning til at tørre tøj. Dette skyldes, at hullerne i tørrestativet tillader luft at strømme frit igennem, hvilket hjælper med at fremskynde tørringsprocessen.

Vask og tørre, Just in Time! / Unge Forskere Junior 2023

Et andet positivt aspekt ved et perforeret tørrestativ er, at det kan bidrage til at reducere energiforbruget, da det kan erstatte behovet for at bruge en tørretumbler, som ofte bruger meget energi.

Jeg tror, vi kan spare yderligere energi ved at bestemme det rigtige tidspunkt for at stoppe ventilatoren baseret på fugten i tøjet

For at detektere fugtighed præcist, eksperimenterer jeg på forskellige måder for at skabe en sensor, der er egnet til dette formål. En optimal sensor skal bestemme tørheden af tøjet løbende og med tilstrækkelig opløsning. Jeg har forstået, at der er to hovedprincipper: 1. Resistive sensorer 2. Kapacitive sensorer til at detektere fugt. Jeg udfører forskellige tests og lærer at skrive noget software til at indsamle data og styre ventilatoren. Dataene vil bevise, at den rigtige mængde tid skal fungere og dens optimale hastighed.

BILAG 1

Udstyr / sensor brugt i eksperimenterne

Jeg brugte to sensorer til at lavede alle mine eksperimenter:

1) LASERLINER DAMPCHECK FUGTIGHEDSMÅLER: Brugt til at måle fugtighed



Måleprincip	Resistiv Materiale Fugtmåling Ved Hjælp Af Integreerede Elektroder
Måleområde / Nøjagtighed (Relativ Materiale Fugtighed)	Træ ± 2 % (6 ... 60 %) Byggematerialer ± 0,5 % (0,2 ... 2,9 %) Temperatur ± 2 °c (0 ... 40 °c)
½12 stuetemperatur	-10 °c ... 50 °c
Driftstemperatur	0 ... 40 °c
Maks. Relativ Luftfugtighed	85 %
Strømforsyning	4 X Lr44 Knapcelle, 1,5 V
Dimensioner (B X H X D)	46 X 85 X 16 Mm
Vægt (Inkl. Batterier)	41 G

2) SARTANO ENERGIMÅLER EMD-3 : Brugt til at måle energiforbrug



Ampere (A): 10.00, Strømforbrug - Standby (W): 0.30 , Spænding (V): 230V 50 Hz, Inklusiv: 3 x LR44 batteri, Med jord: Nej

Energi brugte af ventilatoren 0,1 kWh til kluderene var tør (venstre) energi brugte af varmeapparatet 2,3 kWh til kluderene var tør (højre)

3) Digitales Thermo-Hygrometer SCHIMMEL RADAR 30.5032



Leveringsomfang	Termo-Hygrometer, batterier, brugsanvisning
Måleområde Fugtighed	10...99%
Måleområde temperature	-10 °c ... +60 °C (14...+140°F)
Matriale	Plast
Montage	Til at hænge eller stå
Strømforsyning	Batterier
Batterier	2*1,5VAAA
Dimensioner	98 X 23 X 98 mm
Vægt	87g

KILDER

Kvinderne vasker (stadig) mest tøj

<https://www.berlingske.dk/aok/kvinderne-vasker-stadig-mest-toej>

Hvad koster det at bruge en vaskemaskine?

<https://www.bolius.dk/hvad-koster-det-at-bruge-en-vaskemaskine-3797>

Hæng vasketøjet til tørre uden fugtskader i hjemmet

<https://www.berlingske.dk/samfund/haeng-vasketoejet-til-toerre-uden-fugtskader-i-hjemmet> **Sådan Tørre Du Tøj Indendørs I Den Kolde Vinter**

<https://jysk.dk/inspiration/saadan-toerrer-du-toej-indendoers-i-den-kolde-vinter>

Hvad koster det at bruge en tørretumbler?

<https://www.bolius.dk/hvad-koster-det-at-bruge-en-toerretumbler-16134>

Elektronik i hjemmet

<https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/oekonomi/forbrug/elektronik-i-hjemmet>

Ny undersøgelse: Indendørs tørring af vasketøj kan være farligt

<https://www.dr.dk/nyheder/indland/ny-undersogelse-indendoers-toerring-af-vasketoej-kanvaere-farligt>

Hvor meget strøm bruger en tørretumbler?

<https://elberegner.dk/sluk-stroemslugerne/toerretumbler/>

Tørretumbler

Tørretumbler | Få gode råd til energivenlig brug | andelenergi.dk

Tøjvask: sådan passer du på dit tøj.

<https://taenk.dk/forbrug/liv/bolig/toejvask-saadan-passer-du-paa-dit-toej>

Mold, housing & wood

https://boonelumber.com/wp-content/uploads/2022/02/WWPA_Mold_Housing_Wood.pdf