



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för ekologi

Fukthaltens inverkan på spridningshastigheten i gräsbränder

Correlation between grass moisture and the velocity of fire spread

Marcel Hermansson

Biologi och miljövetenskap
Kandidatarbete 15 hp
Uppsala 2017

Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi 2017:18

Fukthaltens inverkan på spridningshastighet i gräsbränder

Correlation between grass moisture and the velocity of fire spread

Marcel Hermansson

Handledare: Mats Niklasson, SLU, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap

Bitr. handledare: Annie Johansson, Kyllesjö skog, Skillingaryd

Examinator: Peter Redbo Torstensson, SLU, Institutionen för ekologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi - Kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap – Kandidatprogram – 180 hp

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2017

Serietitel: Självständigt arbete/Examensarbete / SLU, Institutionen för ekologi

Delnummer i serien: 2017:18

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: gräsbrand, naturvård, biologi

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi

Sammanfattning

Detta examensarbete undersöker sambandet mellan fukthalt i gräsmarkers finmaterial och spridningshastighet i en brandfront, samt skillnaden mellan betade och obetade marker. Genom att mäta andra förhållanden som biomassa och medelvindhastighet kan även andra eventuella samband beräknas utöver fukthalten.

Bränningarna utfördes på Nordens arks "ekopark" i västra Bohuslän på gamla hyggen som vid bränningstillfället hade varit betesmark i ca 5 år. De obetade ytorna var stängslade 7*7 m² och de betade låg intill stängslet med samma storlek. Totalt var det 48 stycken ytor som skulle brännas.

Fukthalt beräknades från gräsprover som klipptes ut innan bränningen startade. Det var två skikt, ett undre och ett övre skikt som båda torkades i torkskåp med vägning innan och efter. Det övre skiktet användes vid beräkningar av fukthalten och torrsvikt biomassa. En väderstation intill ytorna mätte vind, luftfuktighet och temperatur.

Resultaten från bränningarna visade att en ökad fukthalt hade en betydande negativ påverkan på spridningshastigheten och att den även var begränsad på betade marker. Vinden hade ingen mätbar påverkan på spridningshastigheten, möjligen beroende på att vindhastigheten mättes på 1,5 meters höjd medan elden spred sig på 0,5–1 meter. Mängden biomassa hade heller ingen effekt på spridningshastigheten, möjligen har andra faktorer som t.ex. vegetationens struktur betydelse när det kommer till spridningshastigheten och bränsle.

Abstract

This project determines the correlation between the velocity of fire spread and moisture in grassland fires. Both grazed and non-grazed fields were examined with both biomass and wind speed in consideration.

The burnings took place at Nordens Ark's "ekopark", which is located on the west coast in Bohuslän, Sweden. 48 (7*7 m²) plots were burned with 24 of them grazed and the other 24 not grazed. The plots are located on former forest land that underwent restoration into cow pasture in 2011 and 2012.

The moisture was calculated by drying two samples from the plots, with one top and one bottom layer. The top layer was also used for biomass. The wind was measured with a weather station which was placed next to the plot.

The moisture in the upper grass layer did impact the fire spread velocity, while neither wind or the amount of biomass could be correlated to fire spread. A reason for this could be due to the height of the weather station and unsuitable measurements. Probably the structure of the fuel is probably more important than the biomass, e.g. the fuel area and oxygen available.

Innehållsförteckning

Introduktion	6
Brandindex	6
Material och metod	7
Testytor	7
Bestämning av torktid	7
Bränning och mätning på provytor	8
Bestämning av hastighet och fukthalt	9
Brandrisk	10
Resultat	10
Betat och obetat	11
Spridningshastighet och fukthalt	12
Vindhastighet	20
Biomassa (torrvikt) i toppskikt	22
Diskussion	24
Referenser	27

Introduktion

Naturvårdsbränder är idag en metod för att ersätta de tidigare "naturliga" och självantända bränder som luckrar upp växtligheten och gynnar höga naturvärden. Självantända bränder idag släcks snabbt och effektivt av säkerhets- och ekonomiska skäl innan de hinner breda ut sig vilket har lett till att det endast är 0,016 procent av skogsarealen som idag brinner per år idag jämförts med 1 procent för 150 år sedan. (Naturvårdsverket, 2008). Många gräsmarker med höga naturvärden skulle idag kunna bevaras genom t.ex. naturvårdsbränning, dock är kunskapen om brandbeteendet begränsad för gräsbränder vilket försvårar arbetet och utvecklingen inom detta område.

Gräsbrandens hastighet och utbredning påverkas av flertal faktorer såsom bränsletyp, struktur, topografi, fukthalt och vind. (Granström, 2005). Från att gräset antänds tills att elden når sin högsta spridningshastighet kan det ta uppemot 20 minuter om det är en punktantändning (t.ex. enskild tändsticka). Om man däremot antänder i linje så når elden högsta hastighet efter bara någon minut. (Granström, 2005).

Syftet med det här försöket är att undersöka sambandet mellan gräsbränslets fukthalt och brandspridningshastigheten i gräs och skillnaden mellan betad och obetad mark på en kustnära lokal i Bohuslän. Även annan empirisk data som vindhastighet, flamhöjd och mängd biomassa registrerades. Parallellt med försöket följs också trädmortalitet och påverkan av bete och eld på örters överlevnad. Resultaten ska vara en grund för vidare forskning för att få fram modeller med riktlinjer för hur brandbeteendet påverkas av olika faktorer vid t.ex. naturvårdsbränningar där intensiteten är väsentlig för trädöverlevnad och en del örters succession.

Brandindex

SMHI använder sig av index-värden för att bedöma brandrisken i olika områden som myndigheter kan använda som underlag för t.ex. ett eldförbud. Dessa mäts en gång per dygn från april till augusti. (MSB, 2010).

Det finns olika modeller för olika index/värden. FWI-Index (Fire weather index) är en modell som främst används för att få ut dygnets brandrisknivå, vars värden som nederbörd, relativ luftfuktighet, vindhastighet och temperatur registreras och sammanställs. I tabell 1 redovisas index och värden som används vid värdering av olika brandrisker. (MSB, 2010).

Tabell 1: Index och värden för att räkna ut brandrisknivån utifrån FWI-Index. (MSB, 2010)

Index/värden	Förklaring
FFMC	Fine fuel moisture code: Fuktigheten för blad och gräs
DMC	Duff moisture code: Fuktigheten i mossa och markskikt
DC	Drought code: Fuktigheten i humuslagret
ISI	Initial Spread index: FFMC + vindhastigheten: Brändernas spridningshastighet
BUI	Buildup Index: DMC + DC, fuktighetsmått för djupare markskikt
FWI	Fire Weather Index: ISI + BUI, brandrisknivå

Tabell 2: FWI-modellens brandrisknivåer. (MSB, 2010)

FWI-Index	FWI-Värde
1: Mycket liten brandrisk	<1
2: Liten brandrisk	1-6
3: Normal brandrisk	7-16
4: Stor brandrisk	17-21
5: Mycket stor brandrisk	22-27
5E: Extremt stor brandrisk	<28

SMHI har också ett gräsbrandsindex för gräsmarker som löper från att snötäcket smält bort tills att det gröna nya gräset tagit över. Med hänsyn till fuktighetsförhållanden i gräs och luft kan en brandriskbedömning bedömas på gräsmarker (tabell 2). (MSB, 2010).

Material och metod

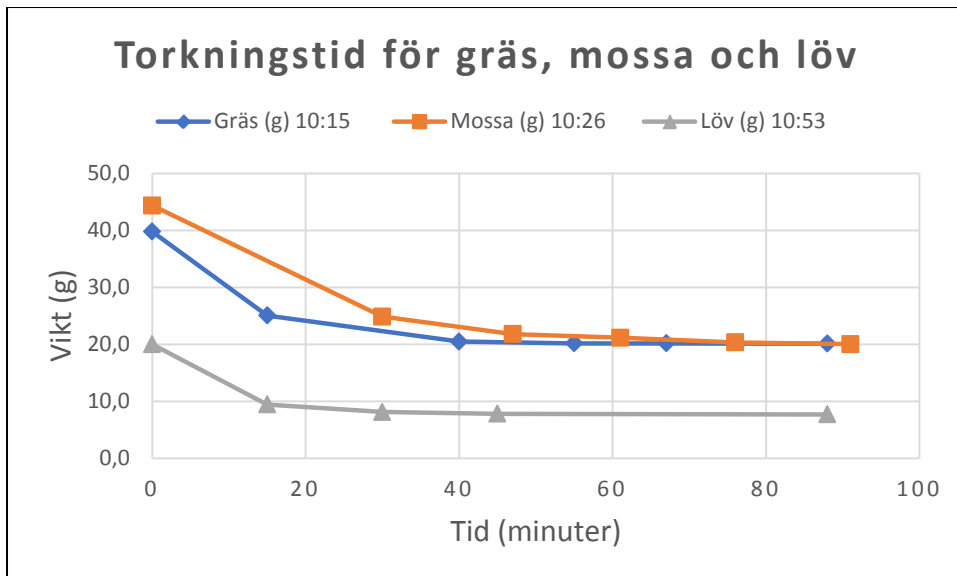
Bränningarna utfördes i samband med ett annat projekt på Nordens ark där eldning- och betningens effektivitet undersöks som verktyg för att hålla ett landskap öppet på 24 stycken provytor. Mortaliteten hos olika sorters kärlväxter undersöks också i projektet. (Churski, 2016).

Testytor

Innan bränningen i provytorna i ekoparken testades material och metoder på två 7*7 m²-ytor på en närliggande äng. Ytornas kanter räfsades och vattnades och de olika instrumenten för temperatur, relativ luftfuktighet och vindmätning testades samt ett preliminärt protokoll för anteckningar upprättades. Ytorna brändes och metoderna förfinades.

Bestämning av torktid

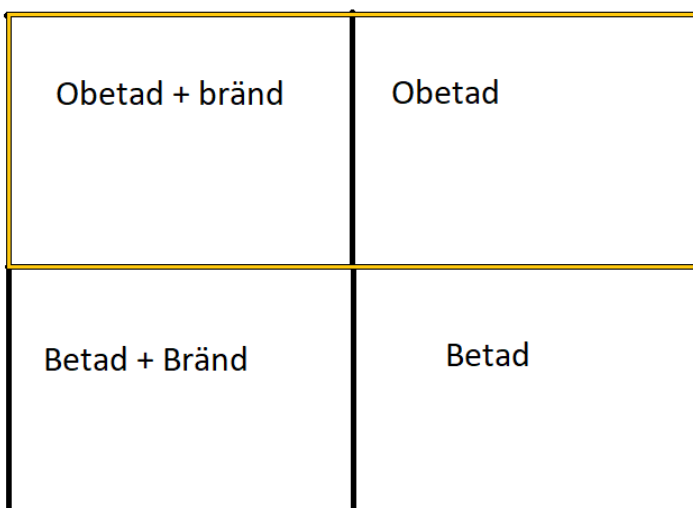
För att bestämma torktiden inför fukthaltsbestämningen så fylldes 3 folielådor med ca 40 gram gräs var för torkning. Under ca 1,5 timma vägdes alla prover ett antal gånger för att få en förståelse kring när torkningen nått sitt jämviktsläge där vidare torkning inte hade märkbar påverkan (figur 1). Efter ca 40-60 minuter hade grästorkningen nått jämviktsläge men av praktiska skäl sattes torkningstiden för gräsproverna från provytorna till två timmar.



Figur 1: Bestämning av torkningstiden för olika bränslematerial. Linjerna representerar medelvärdena från tre stycken stickprov från samma bränsletyp. Tidpunkterna är tiderna då proverna togs in.

Bränning och mätning på provytor

Det fanns 24 provytor som var uppdelade i 4 stycken delytor (figur 2), varav två skulle brännas. Totalt var det alltså 48 stycken 7*7 m²-delytor där hälften var betade och hälften obetade. Resterande delytor fungerade som kontrolltytor för att jämföra effekten av betad och obetade brända respektive betad och obetade obrända ytor i Nordens ark's projekt. Samtliga ytor är placerade på hyggen från 2011 som sedan använts för bete från 2012.



Figur 2: Skiss på en provyta i Nordens ark's ekopark. De obetade ytorna är stängslade medan de betade är tillgängliga för kreatur. En delruta motsvarar 7*7 m².

I de delytor som skulle brännas togs det två stycken fukthaltsprover från två punkter. Provpunkterna valdes aktivt ut på var sin sida av delytan för att efterlikna det gräsmaterial som brandfronten skulle mätas på. Gräsproverna klipptes ut med sax, först vertikalt i en 10*10 cm²-ruta och sedan horisontellt på två nivåer för att få ut två skikt, ett övre (finmaterial) och ett undre (bottenmaterial). Det övre skiktet definierades som det exponerade skiktet, det som hade direkt kontakt med solljuset och var ofta ca 1–2 cm tjockt

av gräs som låg platt längs marken. Ev. grässtrån som hängde ovanför rutan räknades också med i det exponerade. Bottenmaterialet var allt gräs under det övre skiktet där rötter, pinnar och stenar fick sorteras bort. Om inget skikt fanns på ytan (t.ex. vid lite bränsle) så klipptes två rutor ut utan skiktfördelning. Varje skikt fördes in i var sin plastpåse som sedan förslöts.

Fyra stycken stolpar placerades, om möjligt, en meter mellan varandra i vindens riktning så att brandfronten skulle gå parallellt med dessa. Om det inte var exakt en meter antecknades avståndet mellan stolparna. Huvudsaken var att bränslet mellan pinnarna skulle vara så monotont i mängd, höjd, etc som möjligt.

En väderstation placerades 1,5 meter över marken utanför provytan som mätte relativ luftfuktighet, medelvind/min och temperatur. Markens lutning uppskattas grovt och även dess riktning bestämdes med kompass.

Med en tändkanna antändes ytans ena sidan så att brandspridningen skulle ske parallellt med vinden och stolparna. Med tidtagarur noterades när gräset tog eld, när den vid marknivå passerade stolparna och när den nådde bitersta kanten på ytan. Även vind och vindriktning noterades under bränningen.

Luftfuktighet och temperatur registrerades endast vid start. För att undvika oavsiktlig spridning av eld utanför provytorna vattnades och/eller säkerhetsbrändes kanterna samt släckning med släckningsverktyg (långa handtag med metallplattor i änden för att kväva elden).

Bestämning av hastighet och fukthalt

Spridningshastigheterna beräknades ut genom avstånd dividerat med tid vilket gav m/s som gjordes om till m/min. De avstånden som hastigheten beräknades för var 1, 2 och 3 meter. Detta gav hastighet för både korta och lite längre avstånd som kunde jämföras med varandra. Resultaten från provytorna analyserades i Excel där bl.a. en regressionsanalys och exponentialfunktion gjordes för olika spridningshastigheter med ett beräknat R^2 -värde. Exponentialfunktionen är den trendlinjen som går mellan alla punkter som ett medelvärde och har funktionen $Y=C \cdot e^{kx}$. R^2 är determinationskoefficienten ($0 < R^2 < 1$) och är ett värde på spridningen i de registrerade värdena i förhållande till exponentialfunktionen. Desto högre R^2 -värde desto mindre spridning.

Alla påsar med gräsprover från de provytor där hastighet registrerats tömdes i folieformar och vägdes innan torkning. Formarna placerades i ett 90 °C torkskåp i två timmar för att sedan vägas en gång till, efter torkning. Vikten på lådorna räknades bort och viktskillnaden dividerat med startvikt gav fukthalten för gräsprovet. I tabell 3 redovisas antalet provytor och registrerade hastigheter från alla provytor för olika fukthaltsintervall. Biomassan, beräknad från toppskiktet efter torkning, är ett mått på det bränslet (i torrsvikt) som bar elden. Gräsprovernans area var 200 cm² och multiplicerades med 50 för att få g/m².

Tabell 3: Spridningshastigheternas fukthaltsfördelning och antal registrerade hastigheter mellan 5 och 40 % för 22 obetade delytor och mellan 10 och 50 % för 7 betade delytor.

Fukthalt (%) Obetat	Antal provytor	Antal hastigheter registrerade
FH 5-10	2	4
FH 10-15	7	19
FH 15-20	6	18
FH 20-25	4	12
FH 25-30	2	4
FH 35-40	1	1
Totalt	22	58
Fukthalt (%) Betat	Antal provytor	Antal hastigheter registrerade
FH 10-15	1	3
FH 15-20	2	7
FH 20-25	1	4
FH 25-30	1	1
FH 35-40	1	2
FH 45-50	1	1
Totalt	7	18

Brandrisk

Bränningarna på test- och provytorerna skedde mellan 6 och 11 april 2017 (tabell 4). Under dessa dagar var brandrisknivån enligt FWI-index liten eller mycket liten. Detsamma gällde även för gräsbrandrisken förutom en dag då den var stor.

Tabell 4: Gräsbrandrisk och FWI-risk för de dagar som bränning ägde rum. (MSB. Alla brandriskdata, 2017)

Datum	Gräsbrandrisk	FWI-Risk
2017-4-6	Liten	Liten
2017-4-7	Liten	Liten
2017-4-9	Liten	Liten
2017-4-10	Liten	Mycket liten
2017-4-11	Stor	Liten

Resultat

Av de 48 brända delytorerna så uppmättes brandspridning i 22 av de obetade och 7 av de betade. Totalt var det 58 registrerade spridningshastigheter från de obetade och 18 från de betade. Hastigheterna var inte alltid från meter 0 till 4, ibland hade det t.ex. brunnit vid sidan

om stolparna i en "halvmåne" eller slocknat i mitten och fortsatt på sidorna och då inte kunnat registreras.

Betat och obetat

I samtliga jämförelser mellan de betade och obetade ytorna så var medel för spridningshastigheten och biomassan i toppskiktet högre i de obetade ytorna. Fukthalten var dock högre i de betade ytorna. I tabell 5 redovisas hastighet, fukthalt, vind och biomassa från alla de provytor och punkter som hastigheter kunde mätas på. I tabell 6 så redovisas samma parametrar fast endast från de provytor som hade registrerade hastigheter mellan 3 sammanhängande metrar, från meter 1 till meter 4.

Tabell 5: Data för spridningshastighet, fukthalt, vind och biomassa från de 22 obetade ($n_{\text{Spridningshastighet}}=58$) och 7 betade ($n_{\text{Spridningshastighet}}=18$) delytorna där hastigheter kunde registreras.

Obetad	Medel	Median	Standardavvikelse	Max	Min
Spridningshastighet (m/min)	4.1	3.4	3.1	15.0	0.5
Fukthalt (%)	17.8	17.0	7.1	36.0	8.7
Vind (m/s)	1.8	1.8	1.0	5.2	0.2
Biomassa (g/m ²)	160	150	56	280	75
Betad	Medel	Median	Standardavvikelse	Max	Min
Spridningshastighet (m/min)	1.8	1.1	2.3	10.0	0.2
Fukthalt (%)	26.5	22.2	12.5	46.7	10.8
Vind (m/s)	1.5	1.4	1.3	5.0	0.0
Biomassa (g/m ²)	100	105	38	165	40

I de obetade ytorna registrerades 14 stycken hastigheter mellan meter 1-4 (3 meter) registrerats och 3 stycken från de betade. Medel-spridningshastigheten var 2,6 m/minut långsammare i de betade ytorna och biomassan i toppskiktet ca en tredjedel mindre. Fukthalt och vindhastighet skilde sig inte nämnvärt.

Tabell 6: Data för spridningshastighet, fukthalt, vind och biomassa för meter 1-4 (3 meter) från 14 obetade och 3 betade delytor

Obetad	Medel	Median	Standardavvikelse	Max	Min
Spridningshastighet (m/min)	3.9	3.6	1.9	7.5	1.7
Fukthalt (%)	16.1	16.5	4.5	22.2	8.8
Vind (m/s)	1.9	1.8	0.8	4.0	0.6
Biomassa (g/m ²)	163	150	52	280	100
Betad	Medel	Median	Standardavvikelse	Max	Min
Spridningshastighet (m/min)	1.3	1.5	0.4	1.5	0.8
Fukthalt (%)	17.4	19.0	5.9	22.2	10.8
Vind (m/s)	1.4	1.4	0.9	2.6	0.2
Biomassa (g/m ²)	118.3	105.0	41.6	165.0	85.0

Hastigheten för 1-3 (2 meter) visar ett liknande resultat som 1-4 men har lite större skillnader i fukthalt och biomassa (tabell 7).

Tabell 7: Data för spridningshastighet, fukthalt, vind och biomassa för meter 1-3 i 16 obetade och 5 betade delytor.

Obetad	Medelvärde	Median	Standardavvikelse	Max	Min
Spridningshastighet (m/min)	3.4	3.1	1.9	6.7	0.6
Fukthalt (%)	17.2	17.5	5.3	28.6	8.8
Vind (m/s)	1.6	1.6	0.7	3.2	0.6
Biomassa (g/m ²)	171	153	56	280	100
Betad	Medelvärde	Median	Standardavvikelse	Max	Min
Spridningshastighet (m/min)	1.2	1.0	0.8	2.0	0.3
Fukthalt (%)	22.0	19.0	10.3	38.9	10.8
Vind (m/s)	1.3	1.2	1.0	2.6	0.0
Biomassa (g/m ²)	110	105	33	165	85

Spridningshastighet och fukthalt

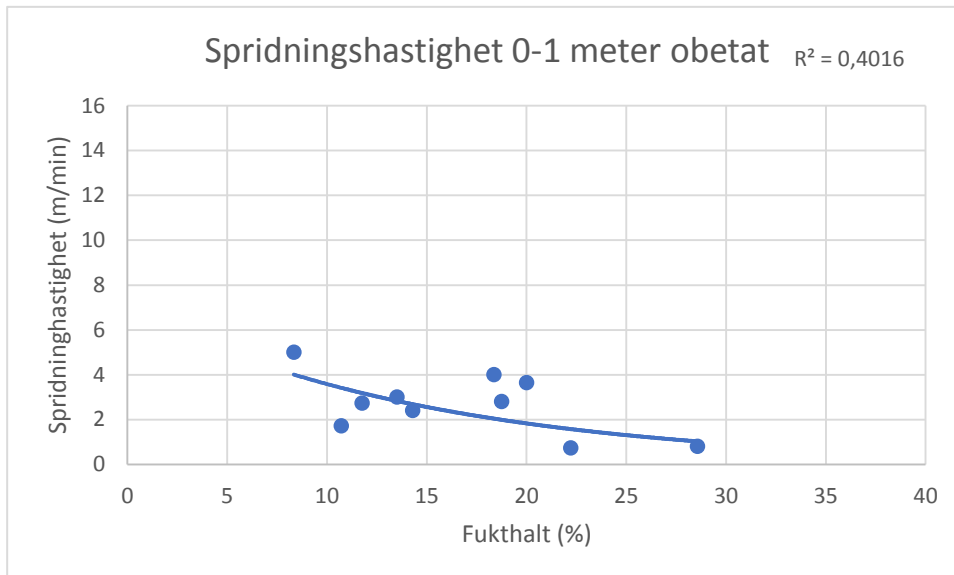
Obetade ytor

Utifrån alla uppmätta hastigheter från de obetade ytorna har spridningshastigheten successivt ökat med avståndet (tabell 8), om man inte tar hänsyn till fukthalten (figur 9). I endast 14 av 32 provytor där elden passerat två meter (två registreringar på rad) hade den ökat i hastighet, vilket inte tyder på ett 100-procentigt accelerationsmönster över ytorna.

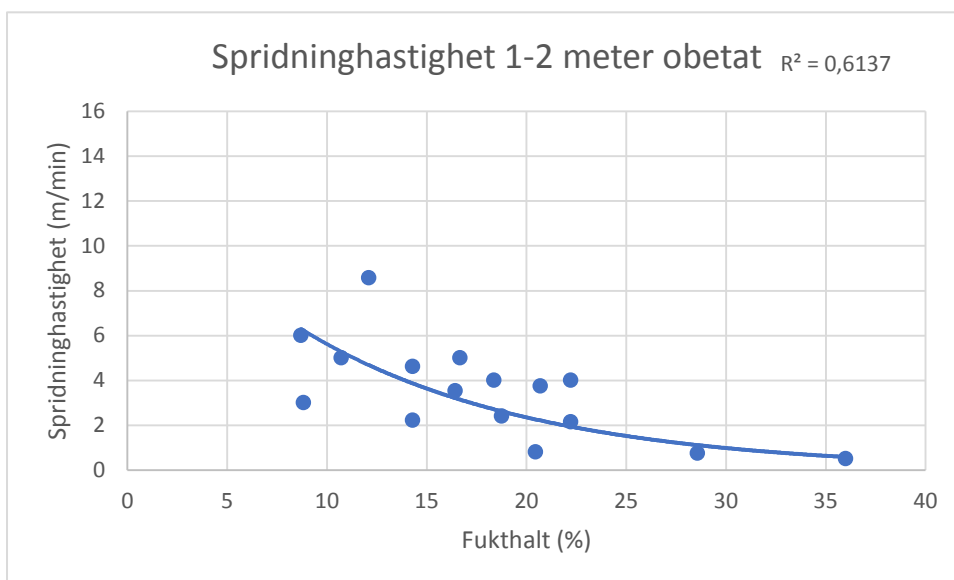
Tabell 8: Data från alla spridningshastigheter (m/min) över samtliga metrar mellan 0-4 meter för de obetade delytorna.

Meter	Medel	Median	Standardavvikelse	Max	Min
0-1	2.7	2.8	1.4	5.0	0.7
1-2	3.5	3.6	2.1	8.6	0.5
2-3	4.4	3.7	3.4	10.0	0.5
3-4	5.1	3.8	4.0	15.0	1.1

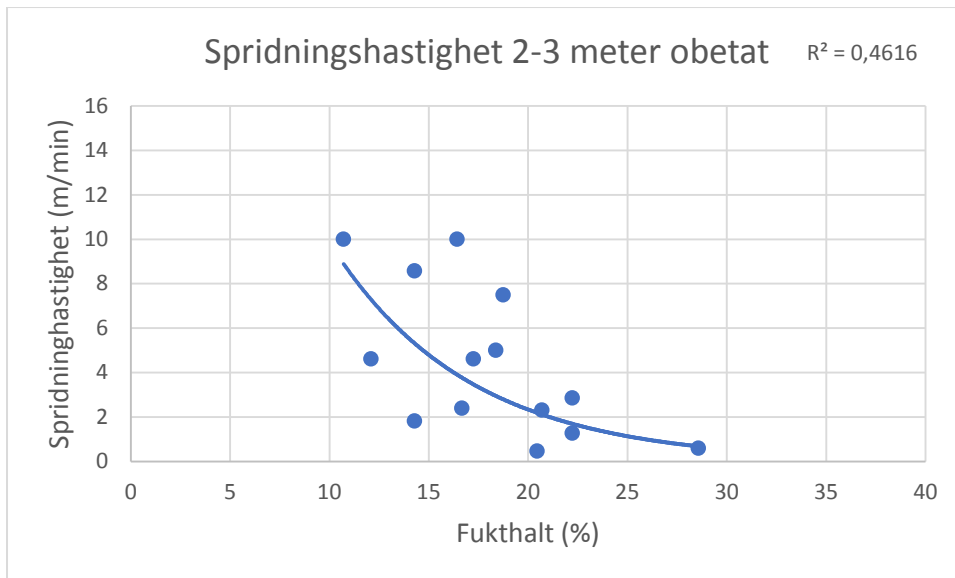
Spridningshastigheten minskar i de flesta fall med en ökad fukthalt (figur 3,4,5,6,7 och 8). I samtliga mätningar för 1, 2 och 3 meter har maxhastigheten varit 4 m/min vid fukthalter mellan 20-25 % och 1.1 m/min vid fukthalter över 25 %.



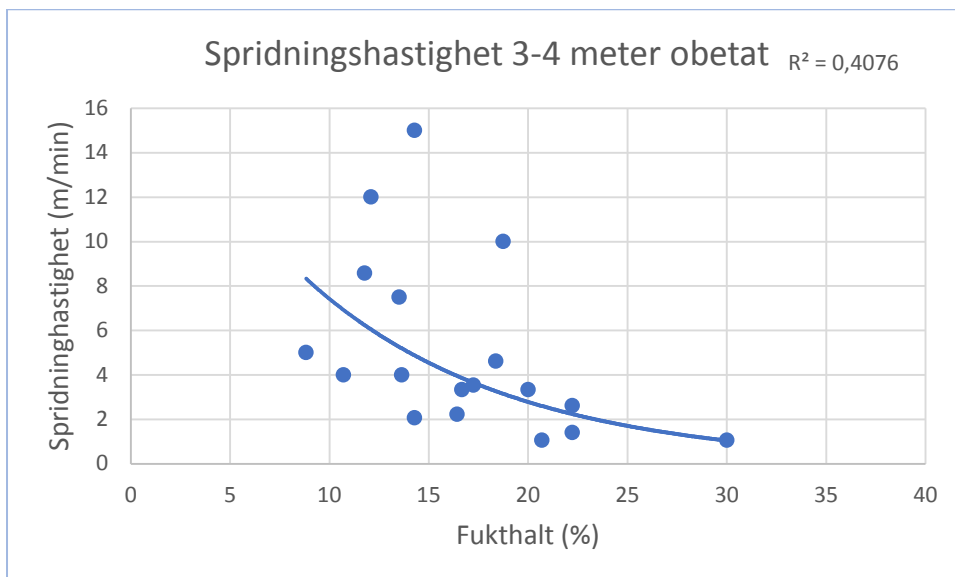
Figur 3: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 0-1 från 10 stycken obetade deltor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



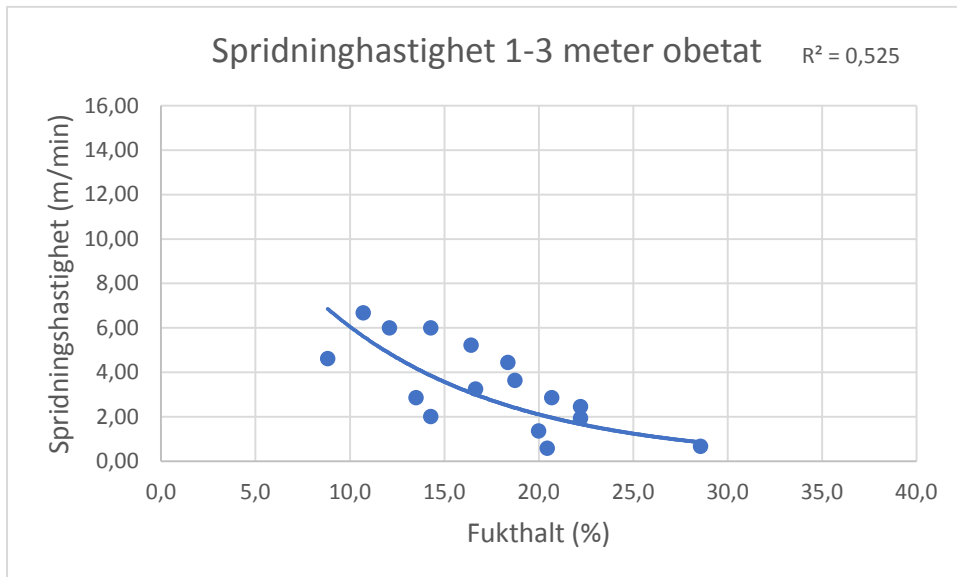
Figur 4: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 1-2 från 16 stycken obetade deltor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



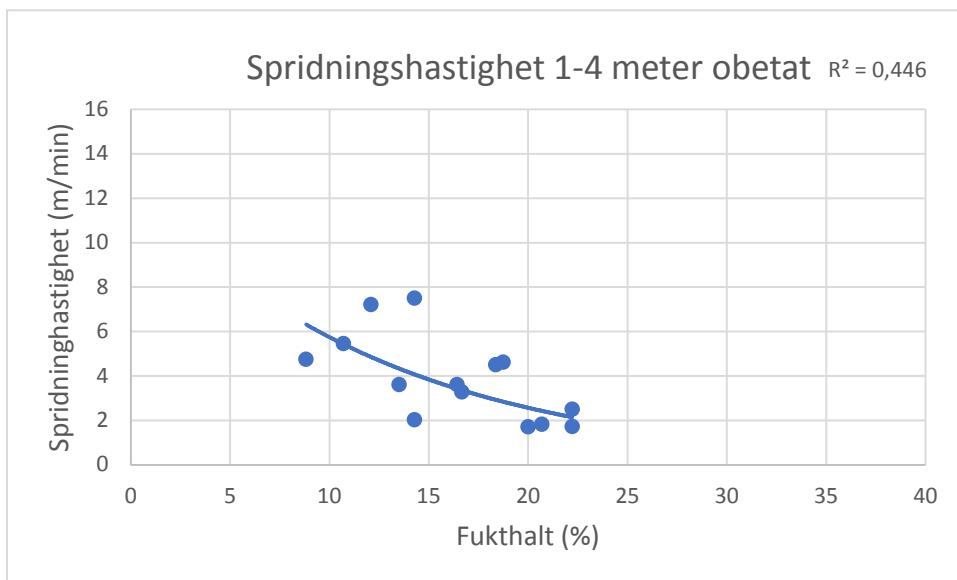
Figur 5: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 2-3 från 14 stycken obetade delytor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



Figur 6: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 3-4 från 18 stycken obetade delytor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



Figur 7: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 1-3 från 16 stycken obetade deltor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.

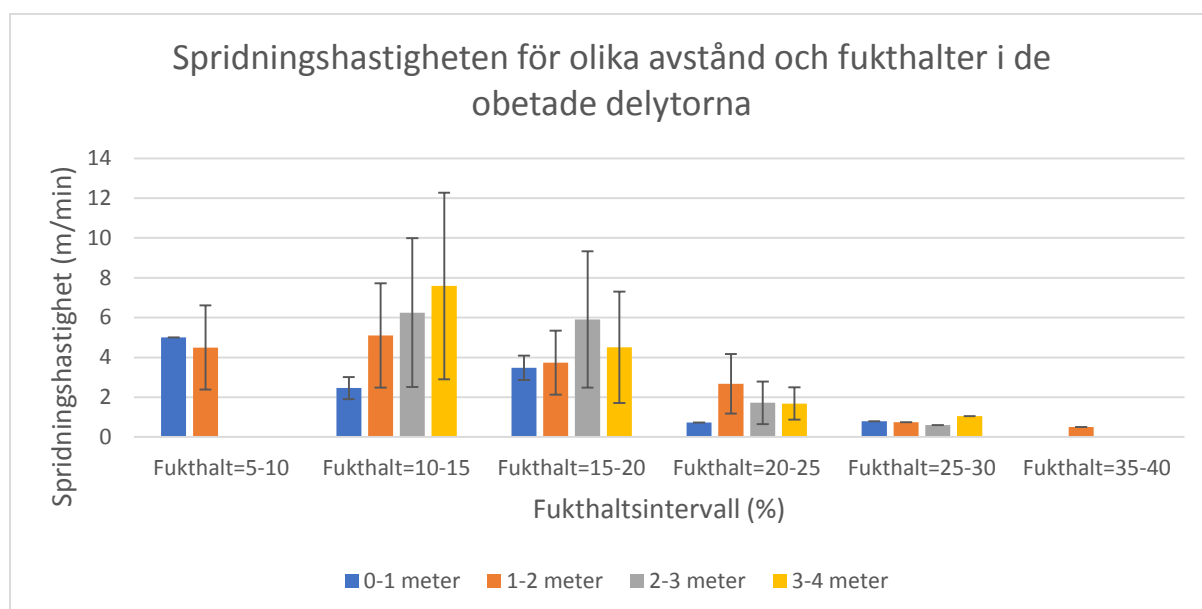


Figur 8: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 1-4 meter från 14 stycken obetade deltor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.

Jämförs spridningshastigheten vid olika fukthalter så varierar den i medel vid 5-20 % fukthalt med max 1,2 m/min medan variationen vid fukthalt 20-40 % är 1,5 (tabell 9). Spridningen (standardavvikelsen) är dock betydligt högre för de lägre fukthalterna med max 3,8 för 5-20 % och 1,2 för 20-40 %. Maxhastighet är 15 m/min vid fukthalt 10-15 % och minhastighet ligger vid fukthalt 20-25 och 35-40 % på 0,5 m/min.

Tabell 9: Data från alla registrerade spridningshastigheter (m/min) vid olika fukthalter för de obetade delytorna.

Fukthalt (%)	Medelvärde	Median	Standardavvikelse	Max	Min
5-10 n=4	4.8	5.0	1.3	6.0	3.0
10-15 n=19	5.7	4.6	3.8	15.0	1.7
15-20 n=18	4.5	3.8	2.3	10.0	2.2
20-25 n=12	2.0	1.8	1.2	4.0	0.5
25-30 n=4	0.8	0.8	0.2	1.1	0.6
35-40 n=1	0.5	0.5		0.5	0.5



Figur 9: Data från alla registrerade spridningshastigheter mot fukthalt och avstånd i obetade delytorna. Samtliga staplar visar också standardavvikelsen.

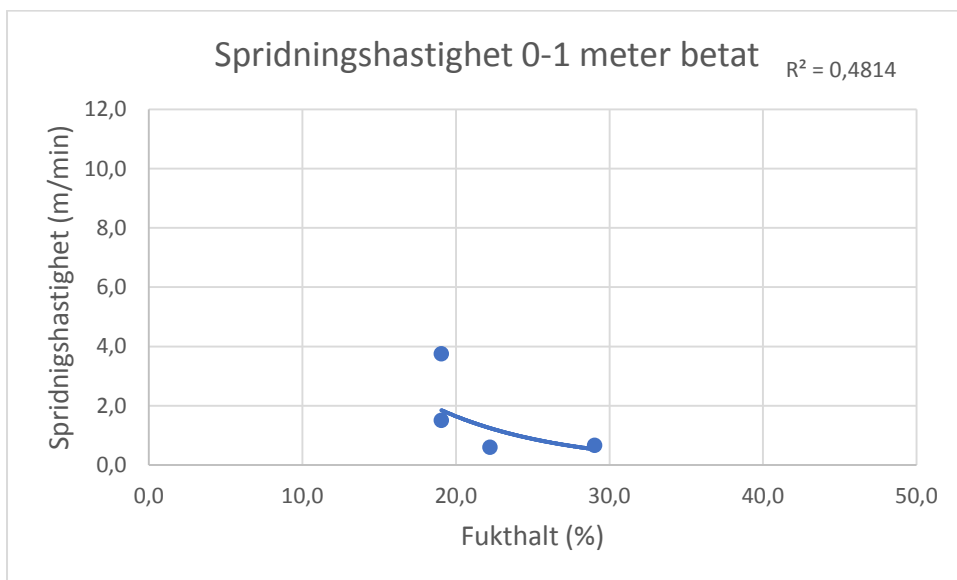
Betade ytor

I de betade ytorna ökar inte medelspridningshastigheten med avståndet. Maxhastigheten är 10 m/min vid 2-3 meter och min är 0,2 vid 1-2 meter (tabell 10)

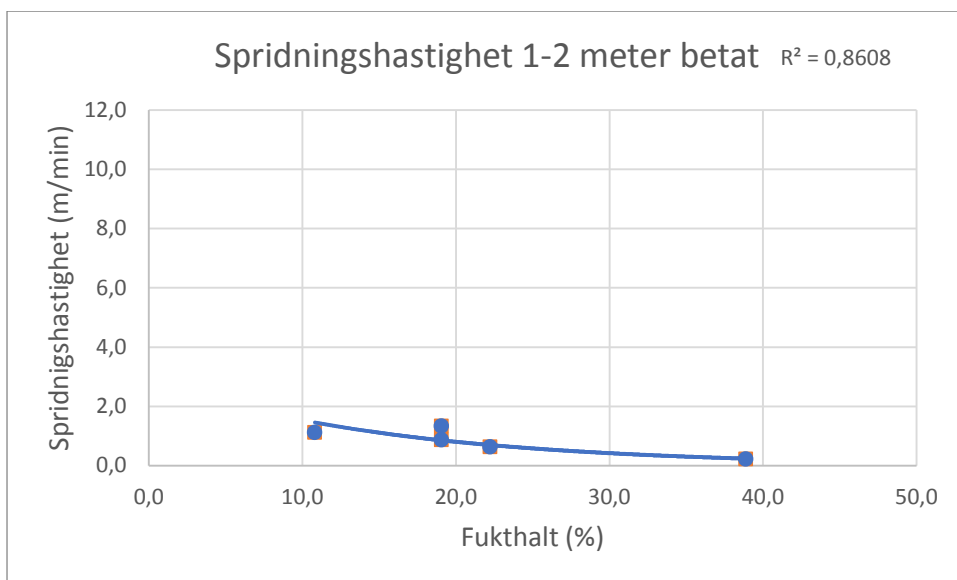
Tabell 10: Data från alla spridningshastigheter (m/min) över samtliga metrar mellan 0-4 meter för de betade delytorna.

Meter	Medel	Median	Standardavvikelse	Max	Min
0-1	1.6	1.1	1.5	3.8	0.6
1-2	0.8	0.9	0.4	1.3	0.2
2-3	3.3	1.2	4.0	10.0	0.5
3-4	1.3	1.1	0.5	2.0	1.0

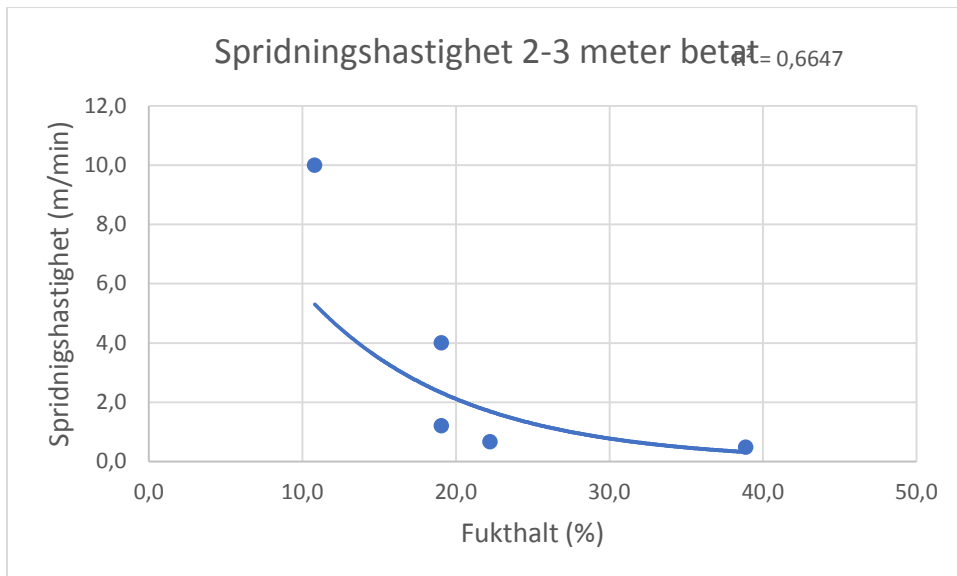
Spridningshastigheten i de betade delytorna sjunker med ökad fukthalt (fig 10, 11 och 12) förutom för 3 till 4 meter då den ökar (fig 13). Brandfronter som spred sig 2 och 3 sammanhängande metrar (fig 14 och 15) visar också på att spridningshastigheten minskar med ökad fukthalt.



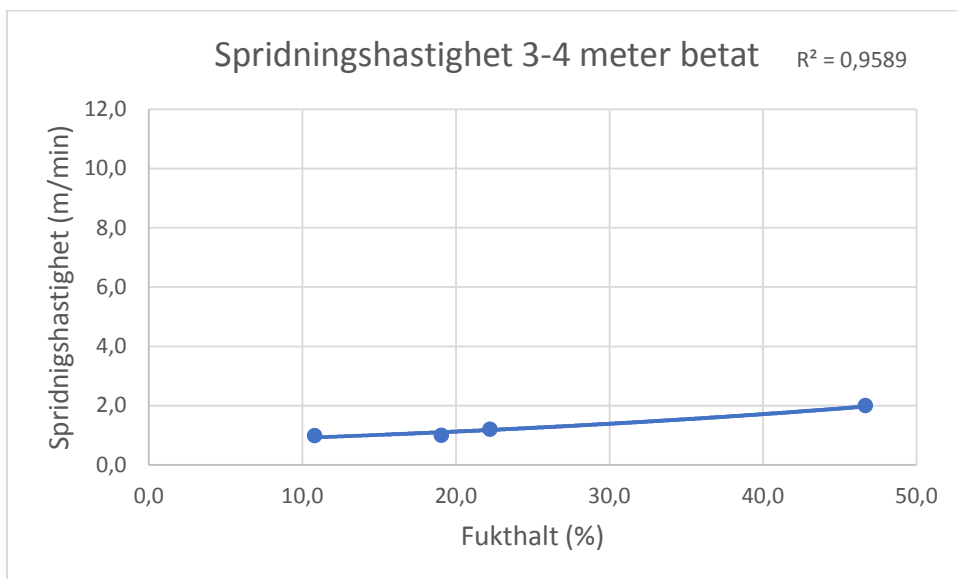
Figur 10: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 0-1 från 4 stycken betade deltor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



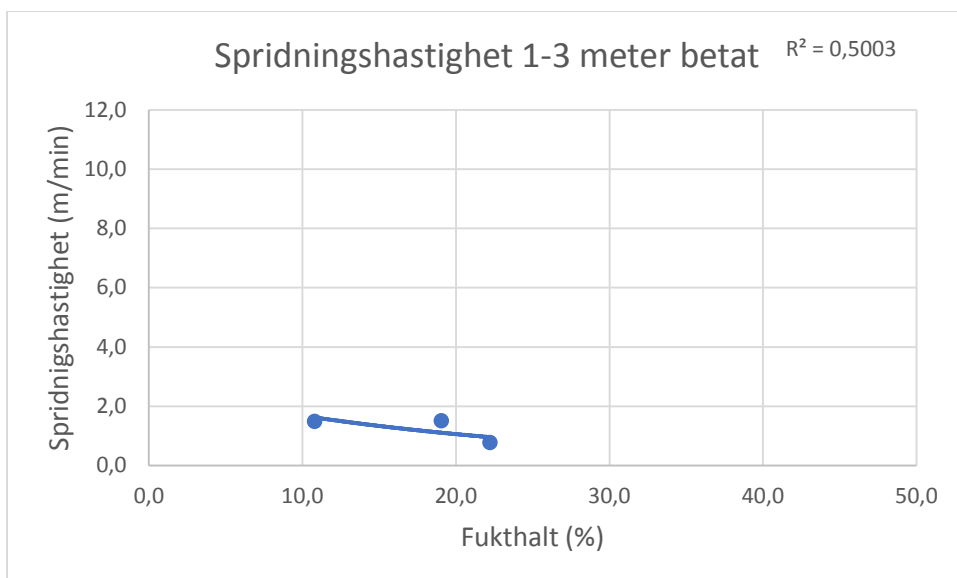
Figur 11: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 1-2 från 5 stycken betade deltor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



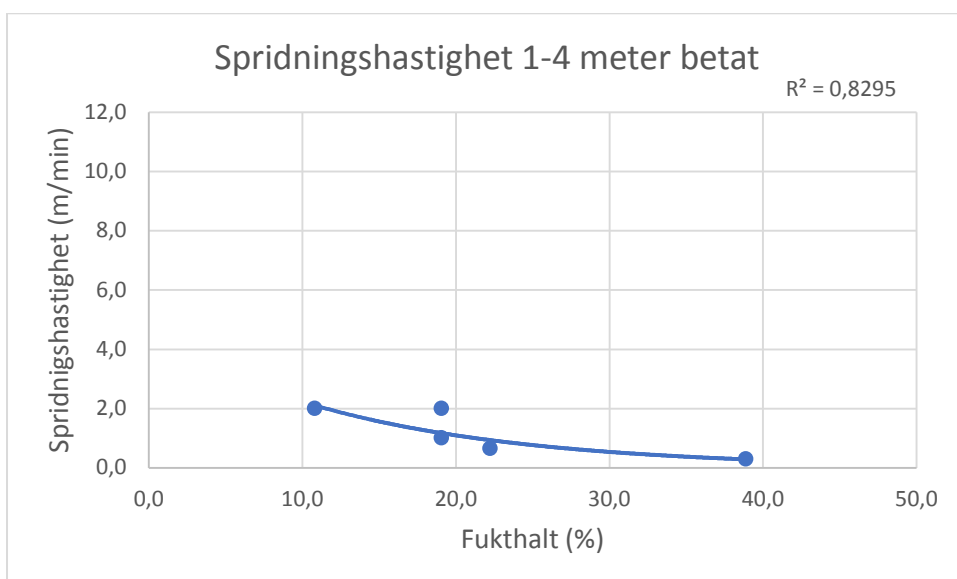
Figur 12: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 2-3 från 5 stycken betade delytor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



Figur 13: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 3-4 från 4 stycken betade delytor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.



Figur 14: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 1-3 från 3 stycken betade deltytor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.

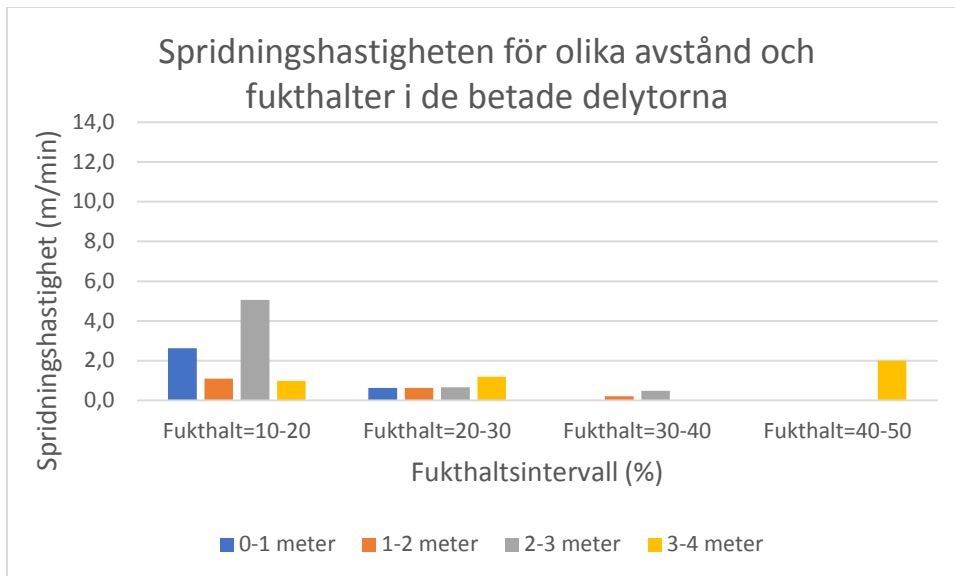


Figur 15: Spridningshastigheten mot fukthalt för meter 1-4 från 5 stycken betade deltytor med en regressionsfunktion och R^2 -värde.

Spridningshastigheten är som högst vid 10-20 % fukthalt och minskar därefter med högre fukthalter (tabell 11). Vid 40-50 % fukthalt finns det en registrerad hastighet som är på 2 m/min vilket är högre än de registrerade vid 20-40 % fukthalt. (figur 16)

Tabell 11: Data från alla registrerade spridningshastigheter (m/min) vid olika fukthalter för de betade deltytorna.

Fukthalt (%)	Medelvärde	Median	Standardavvikelse	Max	Min
10-20 n=10	2.6	1.3	2.9	10.0	0.9
20-30 n=5	0.8	0.7	0.3	1.2	0.6
30-40 n=2	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2
40-50 n=1	2.0	2.0		2.0	2.0

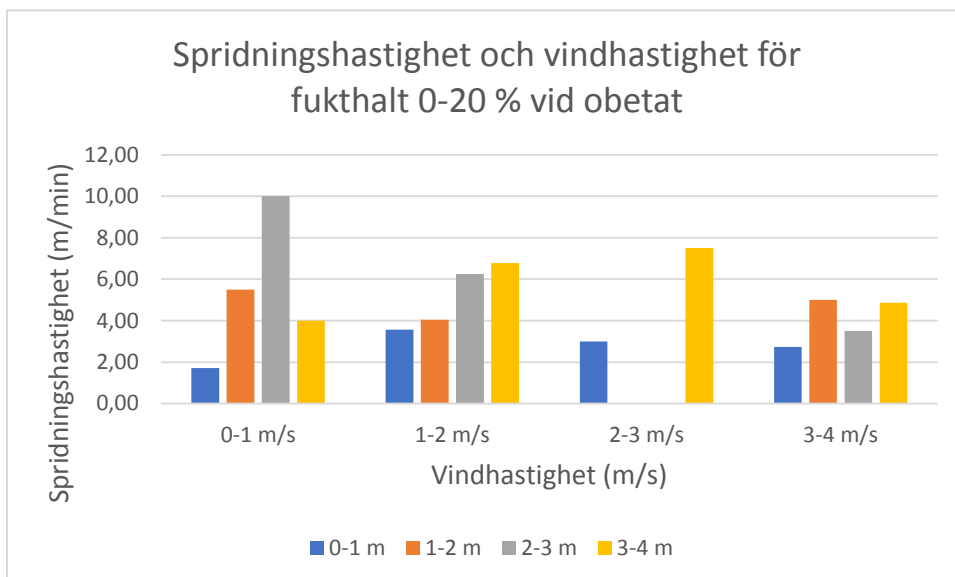


Figur 16: Data från alla registrerade spridningshastigheter mot fukthalt och avstånd i betade delytorna.

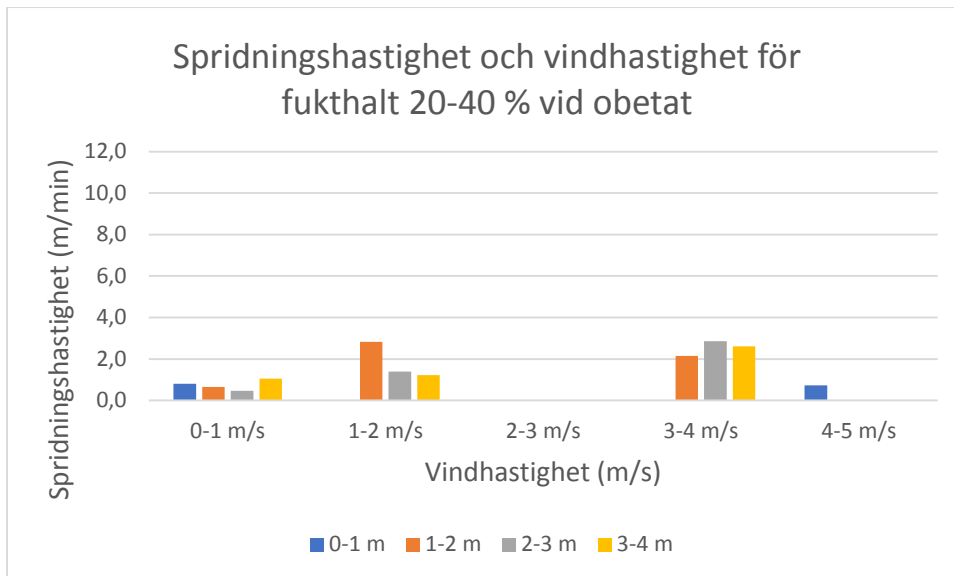
Vindhastighet

Obetade ytor

De uppmätta medelvindhastigheterna hade ingen märkbar påverkan på spridningshastigheten i de obetade delytorna (figur 17 och 18).



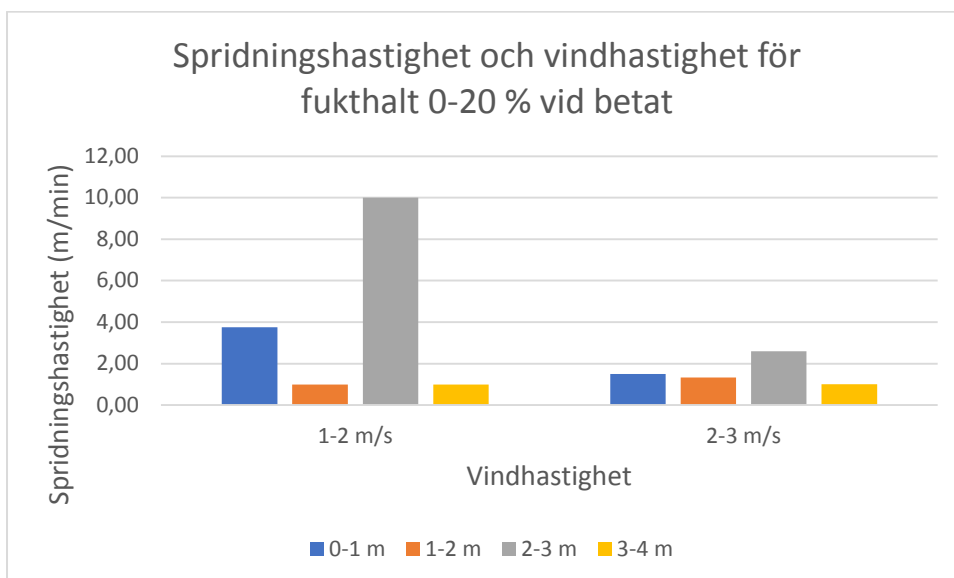
Figur 17: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provytor med fukthalt 0-20 % mot vindhastighet och avstånd i de obetade delytorna.



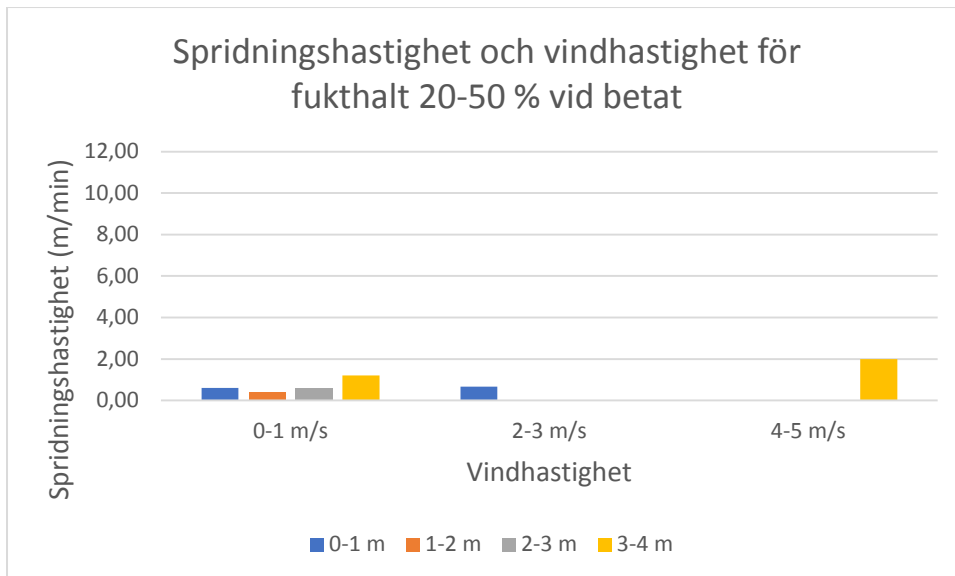
Figur 18: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provytor med fukthalt 20-40 % mot vindhastighet och avstånd i de obetade delytorna.

Betade ytor

Vindhastigheten hade ingen påverkan på spridningshastigheten i de betade delytorna förutom för 20-50 % fukthalt där två värden är högre än alla andra värden för samma meter (0-1 och 3-4 m) (figur 19 och 20). Dock är det högst två uppmätta spridningshastigheter för samma vindhastighet och meter.



Figur 19: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provytor med fukthalt 0-20 % mot vindhastighet och avstånd i de betade delytorna.

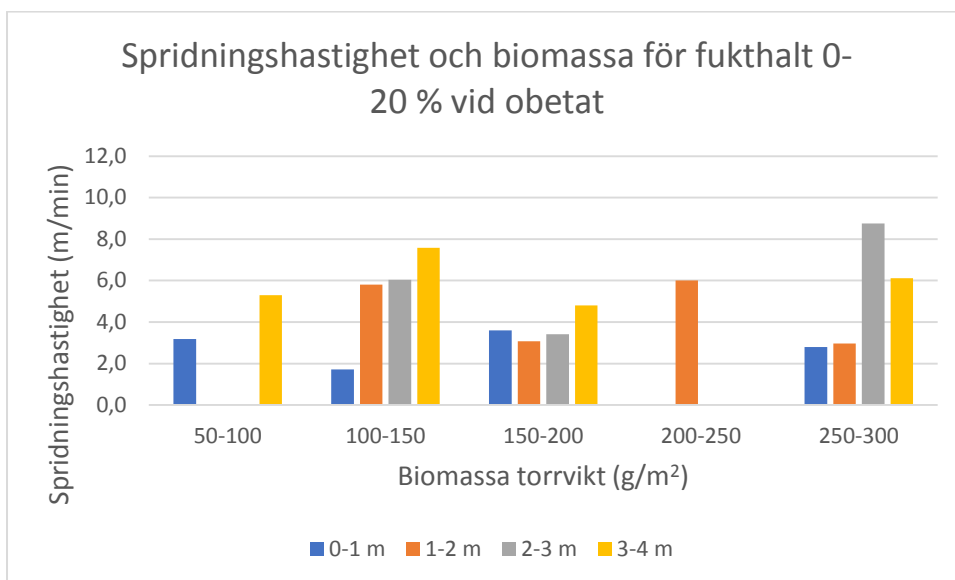


Figur 20: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provytor med fukthalt 20-50 % mot vindhastighet och avstånd i de betade delytorna.

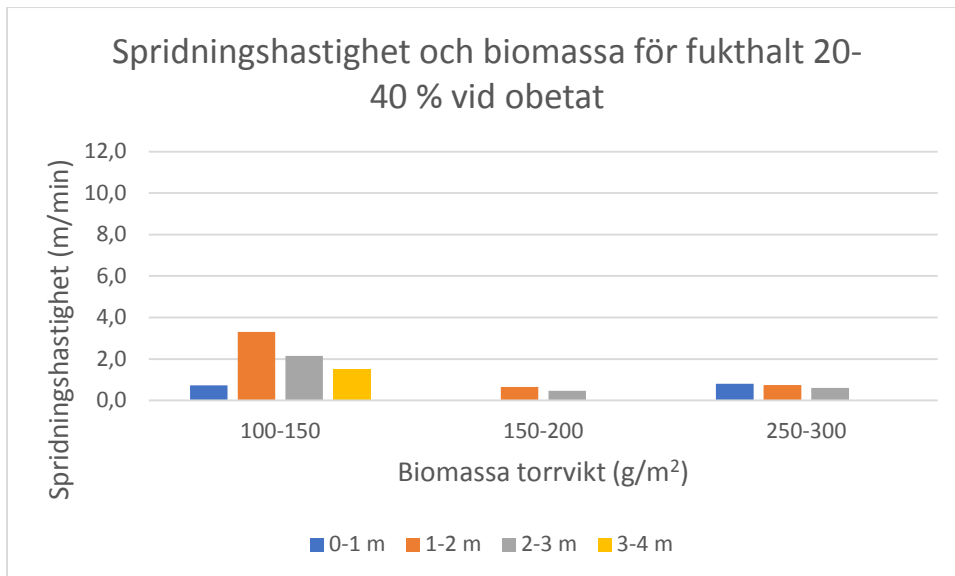
Biomassa (torrvikt) i toppskikt

Obetade ytor

För de obetade delytorna fanns det inget samband mellan spridningshastighet och mängden biomassa i toppskiktet (figur 21 och 22)



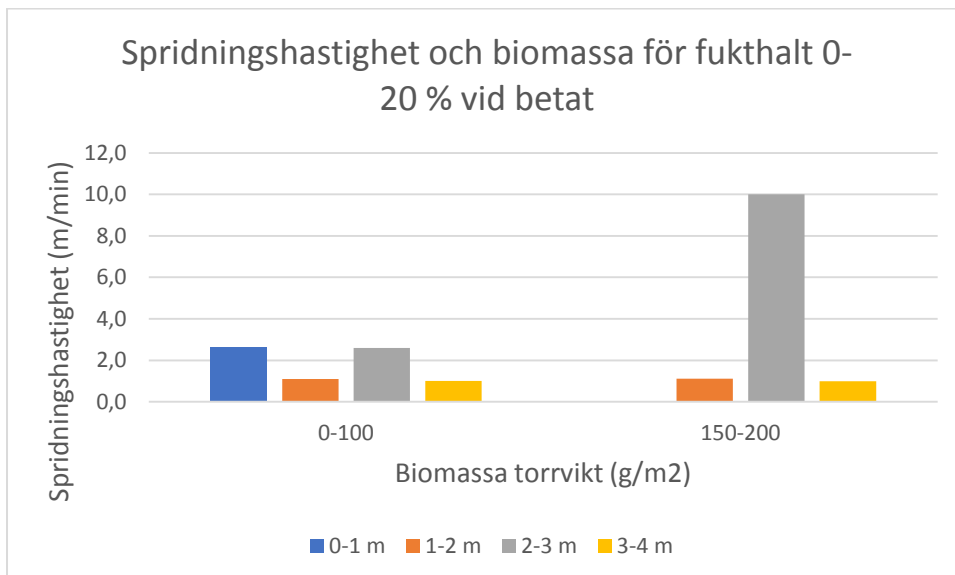
Figur 21: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provytor med fukthalt 0-20 % mot mängden biomassa i toppskikt och avstånd i de obetade delytorna.



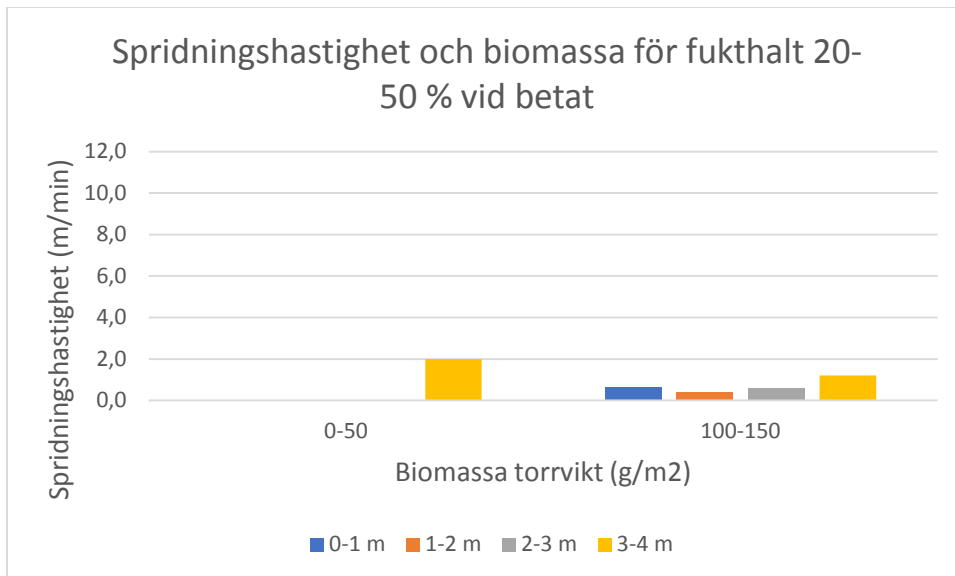
Figur 22: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provytor med fukthalt 20-40 % mot mängden biomassa i toppskiktet och avstånd i de obetade delytorna

Betade ytor

För de betade delytorna fanns inget tydligt samband mellan spridningshastigheten och mängden biomassa i toppskiktet (figur 23 och 24).



Figur 23: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provytor med fukthalt 0-20 % mot mängden biomassa och avstånd i de betade delytorna.



Figur 24: Data från alla registrerade spridningshastigheter från provtytor med fukthalt 20-50 % mot mängden biomassa och avstånd i de betade delytorna.

Diskussion

Resultatet gav ett delvis väntat samband med en sjunkande spridningshastighet vid högre fukthalter. Förväntningarna var också att vind och biomassa skulle ha ett liknande samband vilket det inte hade i detta försök. Den största skillnaden mellan betade och obetade ytor var eldens spridningsmöjligheter, där de betade gav väldigt få uppmätta hastigheter medan de obetade gav åtminstone 1 hastighet från nästan alla delytor. Av de uppmätta hastigheterna från de betade var de dock lägre än de från de obetade delytorna.

Resultaten från försöket visar att fukthalten i de obetade ytorna har en betydande påverkan på spridningshastigheten och att fukthalter kring 20-25 % och uppåt begränsar brandspridningen betydligt. R^2 -värdet (som motsvarar spridningen från funktionens medelvärde) i figur 3-8 varierar mellan 0,41 -0,61 vilket tyder på bra samband, där spridningen var som störst mellan fukthalt 5-20 %. För de betade ytorna i figur 10-15 så är R^2 -värdet 0,5-0,95 vilket egentligen är ett "bättre" samband, men kan också förklaras med att det är betydligt färre data registrerat från de betade jämförts med de obetade delytorna.

Enligt "Wildland fire fundamentals" är det svårt för en eld att expandera i en gräsbrand när fukthalten är över 15-20 % (Wildland fire fundamentals, 1996.) och enligt Granström (2005) självdör elden vid en fukthalt på 22-25 %. Resultaten från provtytor har i mitt försök visat på en brandspridning vid en fukthalt över 20 % som inte självdör, dock har denna varit tydligt begränsad i både hastighet och i area. En förklaring till detta kan vara att fukthalterna i det allra översta skiktet (t.ex. 1 cm toppskikt istället för 2 cm) är lägre än vad gräsproverna visar. Dels för att det kan finnas en mikrovariation i gräset och i den lokala variationen i delytorna. För att undersöka detta vidare måste fukthalten mätas i fler skikt på fler ställen.

De betade ytorna hade relativt få fronter registrerade jämfört med de obetade. En slutsats skulle kunna vara att brandspridningen minskar betydligt i betade gräsytor, men om det är statistiskt säkert är oklart med tanke på de relativt få uppmätta hastigheterna. De obetade delytorna var istället en gynnsam miljö för brandspridning.

Jämför man betat och obetat så är det en stor skillnad i spridningshastighet, och tittar man enbart på dessa data så verkar biomassan vara en viktig faktor. Detta ger dock en missvisande bild då strukturerna ofta var helt olika mellan delytorna. De betade delytorna har generellt varit väldigt ogynnsamma för brandspridning med mycket mossa och kala fläckar där gräs ens inte grott. Till exempel kunde gräsproverna från en betad delyta vara från en liten fläck där vi lyckades få fram en hastighet medan resten av ytan inte brann alls. I de obetade kunde brandfronten ofta bära sig själv och då ha en högre intensitet som tryckte på och "hjälppte" på sidorna så att det inte slocknade. Det finns dock troligen en tröskel för mängden biomassa som krävs för att en brandfront ska kunna etableras, men då skulle man behöva en relativt jämn mängd biomassa över hela ytan.

Då gräsproverna från de betade ytorna inte var lika representativa för hela delytorna som de obetade ger t.ex. gräsprovet med 46 % i fukthalt en bild i hur den lokala variationen och metoden påverkar resultatet. Utifrån fukthalterna från de obetade delytorna så bör inte gräs med 46 % i fukthalt inte ha en sådan snabb brandfront som den hade (2 m/min). Anledningen till den höga fukthalten kan ha att göra med att vikten av gräsprovet var några enstaka gram vilket gjorde det extra känsligt om gräs flyger bort från lådan i torkskåpet eller att vågen inte är tillräckligt noggrann vid vägning.

Vindhastigheterna som uppmätts har varit på ca 1,5 m höjd. Elden och dess flammor har varit på knappa 1 meter och har troligen blivit utsatta för lägre vindhastigheter än vad som uppmätts. Vindbyar har observerat och enstaka brandfronter har tagit rejäl fart några sekunder, något som då inte uppmätts av väderstationen. Vindmätaren fick också en skada vilket också kan ha påverkat resultatet. Om det gjorde mätaren defekt eller inte testades inte och togs därmed inte med i beräkningarna. För vidare studier så kan det vara intressant att jämföra vindhastigheterna vid olika höjder och varje sekund istället för minut. Man skulle då kunna korta ner avstånden så att man får fler momentanhastigheter som ev. kan vara kopplade till vindhastigheterna.

Enligt Granström (2005) så har vinden en påtaglig effekt på intensiteten och spridningshastigheten. Han påpekar också att andra faktorer som t.ex. struktur och syretillgång styr intensiteten och hur mycket av bränslet som konsumeras vid brandspridning. Mängden biomassa är alltså mindre viktigt än strukturen och luftigheten i bränslet. Större area på bränslet och mer tillgängligt syre ökar sannolikheten till förbränning och därmed spridning, vilket kan förklara varför mängd biomassa i min undersökning inte hade något samband med spridningshastigheten.

Eftersom provytorna är på ett gammalt hygge som nu är betesmark finns det fortfarande kvar stubbar, grenar osv som kunnat fungera som spridningshinder. Att få lika förhållanden mellan metrarna i de olika provytorna har därför varit en utmaning då rötter och liknande kan påverkat gräsprovernas fukthalt och eldens framryckning. Den variation i både spridningshastighet och fukthalt kan man ev. läsa av i figurerna (funktionernas) R-värde som jag anser vara pålitliga och förväntade då det handlar om fältarbete och inte perfekta förhållanden. Vissa områden var t.ex. mer blöta än andra och hade mer tåg och mossa vilka också har mer vatten i sig som begränsat eldfrenten och mängden brännbart gräs. Sådana variationer är troligtvis i många fall väldigt realistiska förhållanden då ett fältarbete som detta

”aldrig” skulle kunna vara homogen. Att inte ta hänsyn till lokala variationer kan då vara både farligt och oväntat där t.ex. partier som är extra torra kan ge oberäknelig spridning.

Om t.ex. en myndighet vill utföra en naturvårdsbränning så är hänsynen till fukthaltens påverkan det allra viktigaste utifrån denna rapport. Övriga observationer och slutsatser från de betade ytorna visar också på att strukturen efter betande djur kan ha en viktig roll i hur brandbeteendet utvecklas. Då försöket fokuserade på toppskiktet kan det vara intressant att undersöka hur långt ner i bränslet som elden sprider sig vid vilken intensitet och därmed få ut vilka temperaturer som når ner till ev. brandkrävande frön.

I praktiken kan betning fungera som spridningshinder vid t.ex. storskalig planering runt områden som löper stor brandrisk. Det skulle också kunna utnyttjas istället för eller med säkerhetsbränning och/eller räfsning inför en naturvårdsbränning.

Referenser

Churski et al. (2016) *Grazing and fire – Key processes for biodiversity restoration in the temperate zone*. Opublicerat manuskript. Hämtat från:

<https://www.researchgate.net/project/Grazing-and-fire-key-processes-for-biodiversity-restoration-in-the-temperate-zone> [2017-06-04]

Granström, A. (2005). *Skogsbrand. Brandbeteende och tolkning av brandindex*. Statens Räddningsverk, Karlstad.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2010). *Brandrisk skog och mark – Fakta, modeller och data*. Karlstad: MSB. Tillgänglig:

https://www.msb.se/ExternData/SMHI/brand_fakta.pdf [2017-06-04]

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (2017). *Alla brandriskdata*. Tillgänglig:

<http://wpt-msb.smhi.se/products/msb/portal/portal.php?productId=alldata> [2017-06-04]

Naturvårdsverket (2008). *Naturvårdsbränning – svar på vanliga frågor*. Stockholm:

Naturvårdsverket. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-8370-0.pdf> [2017-06-04]

Pyne S.J. (1996). *Wildland fire fundamentals. I: -, Introduction to wildland fire 2nd. Edition*. New York: John Wiley & Sons, ss 1-45.