

Rapport. Affugter reducerede risikoen for gråskimmel og sparede energi i efteråret 2014.

En affugter af typen Dantherm CDP 165, opstillet på Kold College for godt et år siden, er nu igen i 10 uger i efteråret 2014 blevet afprøvet i hus3. Affugteren har skiftevis været ON, og affugtet huset, og OFF, med traditionel affugtning slået til. Resultatet har været en lavere relativ fugtighed OG en besparelse på 20-25% energi.

Undersøgelsen er foretaget i GAU- og LD-projektet affugteres effekt på klima og plantesygdomme, i samarbejde med SustainHort. Dvs. Projektet er støttet af: "Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne: Europa investerer i Landdistrikterne" og tilskud fra Produktionsafgiftsfonden for frugt og gartneriprodukter"



Indhold:

- | | |
|--|---------|
| 1. Resume og resultater (bragt forkortet i Gartnertidende nr. 1, 2015) | Side 2 |
| 2. Beskrivelse af oplægget til afprøvningen og indstillinger. | Side 5 |
| 3. Uddybende resultater (figurer og tabeller med kommentarer) | Side 7 |
| 4. Henvisninger m.v. | Side 12 |

Desuden findes data i excel-ark med mulighed for pivot-opslag i data.

Affugteren af typen CDP 165 ses til højre, i hus 3.



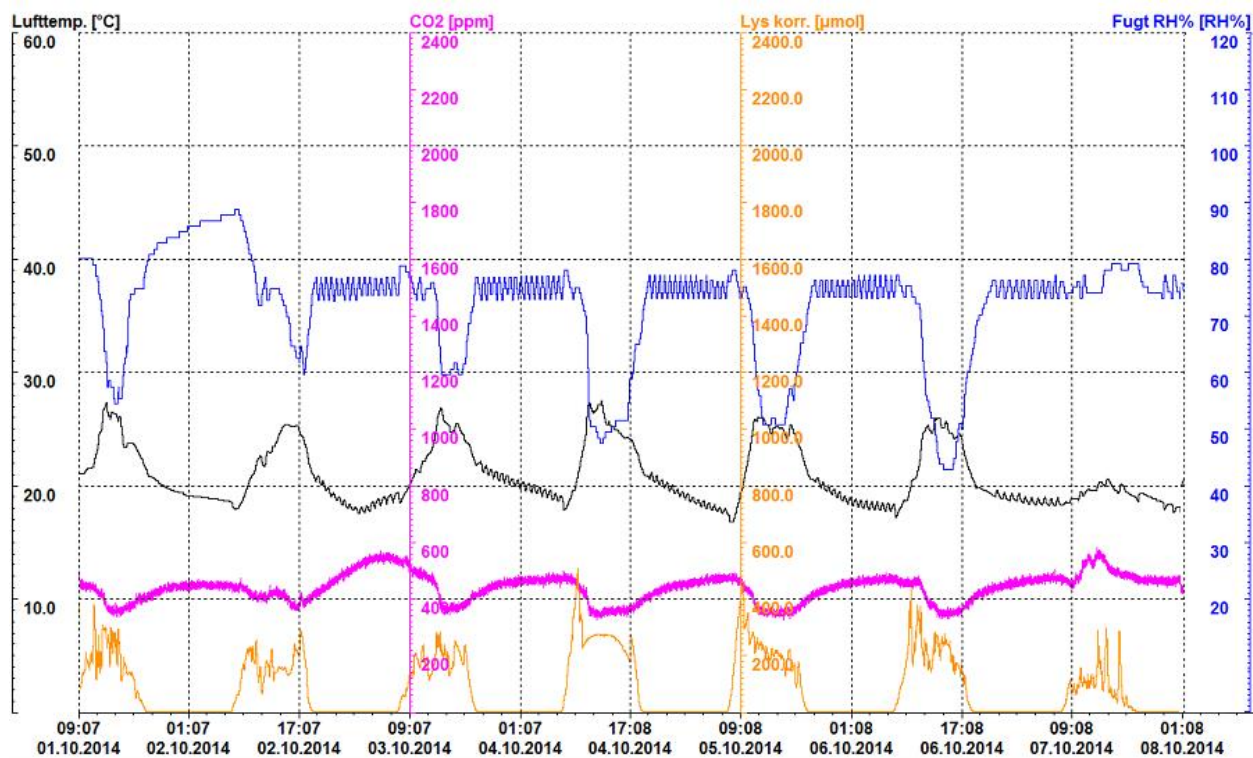
1. Affugter reducerede risikoen for gråskimmel og sparede energi i efteråret 2014.

En affugter af typen Dantherm CDP 165, opstillet på Kold College for godt et år siden, er nu igen i 10 uger i efteråret 2014 blevet afprøvet i hus3. Affugteren har skiftevis været ON, og affugtet huset, og OFF, med traditionel affugtning slået til. Resultatet har været en lavere relativ fugtighed OG en besparelse på 20-25% energi.



Hus 3 er et kanalpladehus på 400 m², og ved opstillingen var vurderingen at affugteren havde rigelig kapacitet til arealet, hvilket har vist sig at holde stik. Dantherm har forskellige størrelser affugtere på programmet. Denne passer til mindre huse op til måske 1000 m² (afhængig af kultur), mens der til større huse kan vælges 2 stk eller en større model. Affugteren er af køleflade-typen, el-drevet og styres af husets klimastyring (Senmatic LCC4 og Superlink 5). Producentens datablad angiver en kapacitet er 7 liter vand /time ved 18 °C og 80% RH. Arealet har været op til ¾ fyldt, med potteplanter (figur 2). Ude-fugten har i lange perioder i efteråret været over 90% RH og da udetemperaturen har været op til 4 grader varmere end normalt, har fugten været en stor udfordring.

Figur 1. Hus 2 i 8 dage i oktober viser affugteren i funktion fra 2/10 kl. 9:00. Ved traditionel affugtning nærmer RH sig 90% natten til den 2/10, men da affugteren blev tændt holdt den RH nede på sætpunktet 75%.



Hvad kan en affugter

Der kan være to årsager til at anvende affugter:

- Skabe bedre fugtigheds forhold for planterne og dermed undgå plantesygdomme
- Spare energi og samtidig opretholde mindst lige så gode fugtighedsforhold som før.

I denne afprøvning er resultatet blevet både bedre fugtighedsforhold og energibesparelse. Ved andre indstillinger kunne man have gået mest efter endnu bedre fugtighedsforhold, eller endnu større energibesparelse.

Figur 2. Hus 3 med LED belysning ¾ fyldt med potteplanter.



Gode fugtighedsforhold kan udtrykkes på forskellig måde: Enten kan man sammenligne den gennemsnitlige RH i hele perioden, eller man kan fokusere på perioder med høj fugt, f.eks. antal timer, hvor fugtigheden er målt til over 90% RH. Se figur 3.

Figur 3. Fugtforhold ved brug af affugter (ON) og ved traditionel affugtning (OFF) i 10 uger i efteråret 2014 (25. september – 4. december). Når affugteren er tændt kommer RH aldrig over 85%, se også figur 1. En del af årsagen til den lave RH med affugter skyldes dog at effektforbrug til affugter + vækstlys har bevirket en højere inde-temperatur.

	> 85% RH 5 timer i træk timer	> 90% RH 5 timer i træk timer	RH gennemsnit
Affugter OFF	86	7	78,2%
Affugter ON	0	0	72,4%

Hvis affugteren har tilstrækkelig kapacitet skærer den alle toppene på kurven for RH af. Se figur 1 (2.-8.oktober). Traditionel fugtstyring har ikke særlig stor virkning, hvis både udetemperatur og RH er høj (ses 1.-2.oktober), men kan være meget effektiv på andre tidspunkter. Så en affugter kan være en meget effektiv løsning over for eksempelvis gråskimmel, hvis RH kan holdes under det valgte sætpunkt, således at RH ved planten aldrig kommer tæt på 100%.

Udfordringer ved afprøvning

Når man skal afprøve virkningen af en affugter i et gartneri i normal drift kan der være mange udfordringer, som vi også har haft i dette tilfælde:

- Der er ingen huse, der er helt ens, så man kan sammenligne direkte
- Der er ikke samme kulturer / temperaturer i de huse der er ens
- Kører man forsøg i samme hus (periodevis on/off) bliver udeforhold ikke ens
- Der er ikke samme vækstlys niveau eller timer i de sammenlignelige huse / perioder
- Vækstlyset afgiver meget mere varme end energibehovet

Derfor er det nødvendigt at korrigere på data, når man skal sammenligne og bedømme resultater af en afprøvning, hvilket også har været nødvendig i denne afprøvning.

Hus 3 er sammenbygget med andre huse på tre sider, den 4. (gavl) har isoleringselementer, og der er kanalplader i taget. Så fugtudfordringen kan være stor, da fugten ikke kan reduceres ret meget ved kondensering på yderflade, som den kan i glashuse. Huset er forsynet med LED-vækstlysanlæg, der afgiver mere varme end husets energibehov i rigtig mange timer om året. Derfor er de perioder hvor vækstlyset ikke var tændt eller hvor kun en del af lamperne har været tændt, de bedste at sammenligne.

Figur 4 ses værdier for RH, energiforbrug og affugterens køretid for to gange to døgn med næsten ens udeklima. Energibesparelsen for brug af affugter er 61,1 kWh (22%) i forhold til traditionel fugtstyring.

Udvalgte dage, 18-19. nov (ON) og 24-25. nov. (OFF)

					Energiforbrug gns. pr døgn			Affugter kWh	tændt del af tid
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	varme kWh	LED kWh		
OFF	6,5	18,0	18,4	78,8%	276,5	132,0	144,5	0,0	0,00
ON	6,6	18,0	19,0	76,4%	215,4	15,0	131,2	69,2	0,78
forskel	0,1	0,0	0,6	-2,4%	-61,1	-117,0	-13,3	69,2	0,78
-22%									

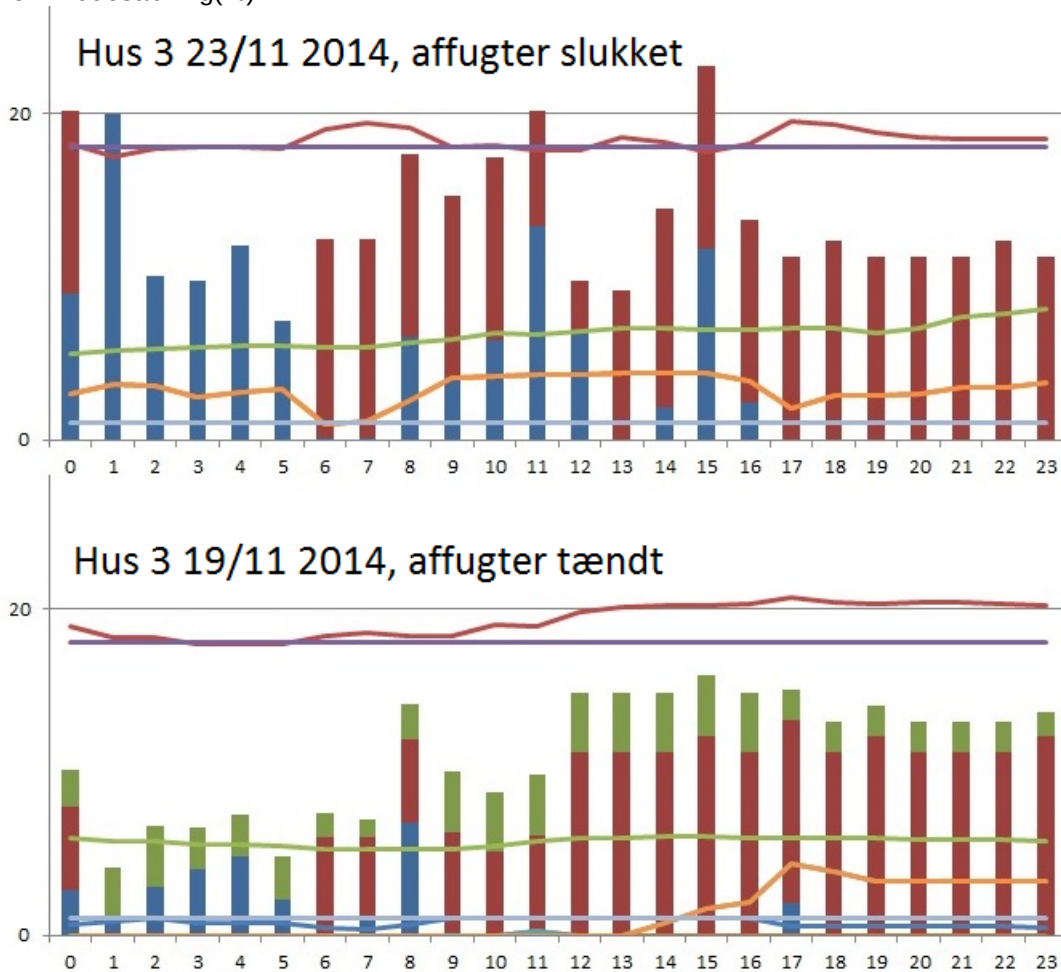
Resultaterne fra afprøvningen

I en periode i november har vækstlyset været slukket i over halvdelen af husets areal, hvorfor varmetilførslen fra vækstlyset var tilstrækkelig lille til at man kunne sammenligne direkte. I figur 4 ses resultatet af afprøvningen, for 2 x 2 udvalgte dage i denne periode, og hvor også udeklima og forudsætninger er ret lige. Når affugteren er i brug afgiver den dog ekstra varme, så indetemperaturen ved samme sætpunkt alligevel blev 0,6 °C højere. Hvis ikke der var vækstlys tændt, ville affugteren ikke kunne opvarme huset ekstra, og energibesparelsen ville blive større end de realiserede 61,1 kWh (22%). I andre undersøgelser af affugtere skal man være opmærksom på at det kan være beregnet uden indregning af vækstlys. Gør man det her, kommer besparelsen op på 36%.

I figur 5 kan betragtes varmemeforbrug, indstillinger og målt klima i løbet af døgnets 24 timer for to af disse dage. Bemærk at fugtstyringen bevirker at der er vinduessprække på op til 5% næsten hele døgnet den 23/11, hvilket giver det forøgede energiforbrug.

På side 7 og følgende sider ses en række andre resultater fra afprøvningen, med kommentarer til hver af figurerne / tabellerne.

Figur 5. Energiforbrug og klimaopsamlinger 2 dage i november. Blå=varmeforsyning, rød=varme fra vækstlys, grøn=varme fra affugter, rød linie=T inde, lilla linie=T sætpunkt, grøn linie=T ude, orange linie=vinduesåbning(%)



2. Beskrivelse af oplægget til afprøvningen og styrings indstillinger.

Affugteren er opstillet på et mobilt bord, således at det kan flyttes mellem hus 3 og hus 4, der begge er på ca 400 m². I hus 4 var imidlertid i efteråret reserveret til de studerendes indstillinger. Derfor måtte testen foretages kun i hus 3, med skiftevis perioder med tændt affugter og med traditionel fugtstyring, hvor affugteren var slukket. Affugteren styres via superlink 5 på Senmatic DGTs klimacomputer. Effektforbruget måles af en elmåler, der er tilsluttet affugterens el-forsyning, og aflæses ved hvert skifte. Antal liter vand opsamlet aflæses tilsvarende på en vandmåler der måler når det opsamlede vand udpumpes fra opsamlingstank (automatisk når fyldt). Antal køretimer registreres på klimaPC dvs. de minutter hvor affugteren får signal til tænd (1) eller sluk (0). Varmeforbrug fra husets varmeforsyning og el-forbrug til husets LED vækstlys aflæses også via klimaPC opslaminger. Affugterens On og OFF perioder og aflæsninger ses herunder:

Data fra Dantherm affugter Kold College Hus 3 og 4

test nr.	til dato/time	Tællerstand af-læst		antal dage	--- I perioden ---	
		liter	kWh		liter	kWh
1	25-09-2014 09:00	5419,0	14505			
2	02-10-2014 09:00	5419,0	14505	7,0	0,0	0,0
3	09-10-2014 09:00	5711,2	14770	7,0	292,2	265,0
4	23-10-2014 09:00	5711,2	14773	14,0	0,0	3,0
5	06-11-2014 09:00	6257,2	15159	14,0	546,0	386,0
6	13-11-2014 15:30	6257,2	15159	7,3	0,0	0,0
7	20-11-2014 12:00	6705,6	15455	6,9	448,4	296,0
8	27-11-2014 09:00	6705,6	15455	6,9	0,0	0,0
	04-12-2014 08:00	6912,3	15607	7,0	206,7	152,0
				70,0		

Hus 3

test nr.	hvør	effekt kW	beregnet timer aktiv (SL5)	beregnet liter vand fjernet pr time	Fra SL5	
					% af tid aktiv	
1	(H3)	OFF			0%	
2	H3	ON	3,58	73,9	4,0	44%
3	(H3)	OFF			0%	
4	H3	ON	3,71	104,2	5,2	31%
5	(H3)	OFF			0%	
6	H3	ON	3,67	80,6	5,6	49%
7	(H3)	OFF			0%	
8	H3	ON	3,1	49,1	4,2	29%
i alt						

Det meste af periode 1 har sætpunktet været væsentligt højere end resten af tiden. I periode 2 og noget af periode 3 har sætpunktet været 16 °C. Herefter har sætpunktet været 18 grader. I periode 4, 5 og 8 har der været tændt for så meget vækstlys at varmeafgivelsen herfra langt overstiger varmebehovet, især når gardiner er trukket for. Denne varmetilførsel kan ikke slå fra af automatikken, derfor giver affugteren ikke nødvendigvis så stor en energibesparelse som det kunne være muligt. Samtidig er der løbende i efteråret tilført vækstlys i flere og flere timer, så perioderne ikke får tilført samme mængde vækstlys. På trods af korrektioner for disse afvigelser giver det ikke optimale betingelser for at beregne den rigtige energibesparelse.

Til gengæld er virkningen på RH og antal timer med RH >85% RH hhv. >90%RH ikke spå afhængig af dette. Denne forskel er reel i alle perioder. Men hvis man korrigerer til et niveau, der er mere sammenlignelig på energien følger RH også med, idet fradrag for tilført vækstlys bevirker fald i temperatur, der medfører en lidt højere RH. Korregerede og dermed sammenlignelige resultater ses på side 7 og efterfølgende.

Fugtstyringsindstillinger.

Med affugter tændt:

Affugter basis sætpunkt 75% RH. +/- 2%, dvs. starter ved 77% og kører fugten ned til 73% hvis muligt. Hvis RH stiger over 80% træder traditionel fugtstyring til, med basis sætpunkt på 85%, gardinsprække påbegyndes ved 80%, vinduesåbning ved 85%, indtil 5% åbning. Der var ikke tillæg på temperatursætpunkt eller rørtemperatur, ved høj fugt. Affugter styres ved brug af funktionen for HAF2, og affugter afbrydes, hvis temperaturen stiger til ventilationssætpunktet.

Med affugter slukket.

Traditionel fugtstyring, med basis sætpunkt på 75%, gardinsprække påbegyndes ved 70%, vinduesåbning ved 75%, indtil 5% åbning. Der var ikke tillæg på temperatursætpunkt eller rørtemperatur, ved høj fugt.

3. Uddybende resultater (figurer og tabeller med kommentarer):

Figur 6 Opsamlede data:

	fra Dataopsamling superlink										
	ukorrigeret pr døgn										DMI
test nr.	udeT	T sætp	indeT	RH	energi	varme	LED	affugter	aktiv	udeRH	
1	13,9	21,1	22,6	70,6%	194,0	193,3	0,7	0,0	0	88,0%	
2	13,6	16,0	20,7	71,2%	48,4	0,3	10,2	37,9	0,44	85,0%	
3	12,5	17,7	19,6	81,6%	137,5	109,3	28,0	0,2	0	93,0%	
4	11	18,0	20,3	72,3%	348,3	7,9	312,8	27,6	0,31	90,0%	
5	8,8	18,0	20	72,2%	440,0	59,0	381,0	0,0		93,0%	
6	8,1	18,0	19,9	73,2%	319,2	11	265	43,2	0,49	93,0%	
7	5,6	18,0	18,7	78,9%	336,0	101,0	235,0	0,0		92,0%	
8	1,4	18,0	19,9	73,3%	656,5	32,7	602,0	21,8	0,294	82,0%	

Dato for test-nr. 1-8, se side 6. De med rødt markerede data er årsag til at sammenligning bliver mere usikker.

Figur 7. Affugter kapacitet.

Kapacitet vurderet jfr. målinger vinter-forår 13/14 og efterår 14 (*):

75%RH	15-17 °C	2-2,5 kw	3-4 liter/time, afrimer	
65-70%RH	18-19 °C	2,5-3 kw	4-5 liter/time	
70-75%RH	20-21 °C	3,7 kw	4-6 liter/time	*
75-80%RH	19-20 °C	3,5 kw	5-6 liter/time	
75-80%RH	>20°C	4 kw	6-7 liter/time	

Figur 8. Korrigerede værdier. Se de ukorrigerede værdier i følgende tabel10. Udvalgt periode er periode 2-3 og 6-7, som er de bedst sammenlignelige perioder. Udvalgte dage i november er så godt som ens i ude-forhold og vækstlys tilførsel. **Energibesparelse på 41,1-65,9 kWh/døgn (20-26%)**

Hele perioden 25. sep - 4. dec 2014					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt del af tid
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	
OFF	10,4	18,1	19,7	78,2%	252,6		99,2	153,4	0,0	0,00
ON	9,3	17,6	20,2	74,9%	186,7	-10,9	11,3	153,4	32,9	0,37
	-1,1	-0,5	0,5	-3,3%	-65,9		-87,9	0,0	32,9	0,37
	T-forskel		-0,6		-26%					

Udvalgt periode					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt del af tid
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	
OFF	10,2	17,8	19,3	80,7%	203,4		107,0	96,3	0,1	0,00
ON	10,9	17,0	20,3	77,2%	162,3	19,3	5,6	96,3	41,1	0,46
	0,7	-0,8	1,0	-3,5%	-41,1		-101,4	0,0	41,1	0,46
	T-forskel		1,5		-20%					

Udvalgte dage, 18-19. nov (ON) og 24-25. nov. (OFF)					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt del af tid
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	
OFF	6,5	18,0	18,4	78,8%	276,5		132,0	144,5	0,0	0,00
ON	6,6	18,0	19,0	78,8%	217,3	1,9	15,0	131,2	69,2	0,78
forskel	0,1	0,0	0,6	-0%	-59,2		-117,0	-13,3	69,2	0,78
	T-forskel		0,1		-21%					

Figur 9. Maksimalt korrigerede værdier. Se de ukorrigerede værdier i følgende tabel10. Udvalgt periode er periode 2-3 og 6-7, som er de bedst sammenlignelige perioder. Udvalgte dage i november er så godt som ens i udeforhold og vækstlys tilførsel. **Energibesparelse på 82,2-115,1 kWh/døgn (39-42%)**

Korrigeret til ENS LED+affugter effekt og korrigeret for varmekonsum (T-forskel Tsætp-T ude).

Efter denne korrektion forventes ens inde-T hvorfor RH også er korrigeret.

Hele perioden 25. sep - 4. dec 2014, korrigeret*					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	del af tid
OFF	10,4	18,1	19,7	78,2%	252,6		99,2	153,4	0,0	0,00
ON	9,3	17,6	20,2	74,9%	153,8	-10,9	11,3	120,5	32,9	0,37
	-1,1	-0,5	0,5	-3,3%	-98,8		-87,9	-32,9	32,9	0,37
T-forskel		-0,6			-39%					

Udvalgt periode, korrigeret*					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	del af tid
OFF	10,2	17,8	19,3	80,7%	203,4		107,0	96,3	0,1	0,00
ON	10,9	17,0	20,3	77,2%	121,2	19,3	5,6	55,2	41,1	0,46
	0,7	-0,8	1,0	-3,5%	-82,2		-101,4	-41,1	41,1	0,46
T-forskel		1,5			-40%					

Udvalgte dage, 18-19. nov (ON) og 24-25. nov. (OFF)					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	del af tid
OFF	6,5	18,0	18,4	78,8%	276,5		132,0	144,5	0,0	0,00
ON	6,6	18,0	19,0	78,8%	161,4	1,9	15,0	75,3	69,2	0,78
forskel	0,1	0,0	0,6	0,0%	-115,1		-117,0	-69,2	69,2	0,78
T-forskel		0,1			-42%					

Figur 10. Ukorrigerede værdier i denne tabel. Udvalgt periode er periode 2-3 og 6-7, som er de bedst sammenlignelige perioder. Udvalgte dage i november er så godt som ens i udeforhold og vækstlys tilførsel. I øvrige perioder er der større forskelle i ude-inde-forhold og vækstlysbrug.

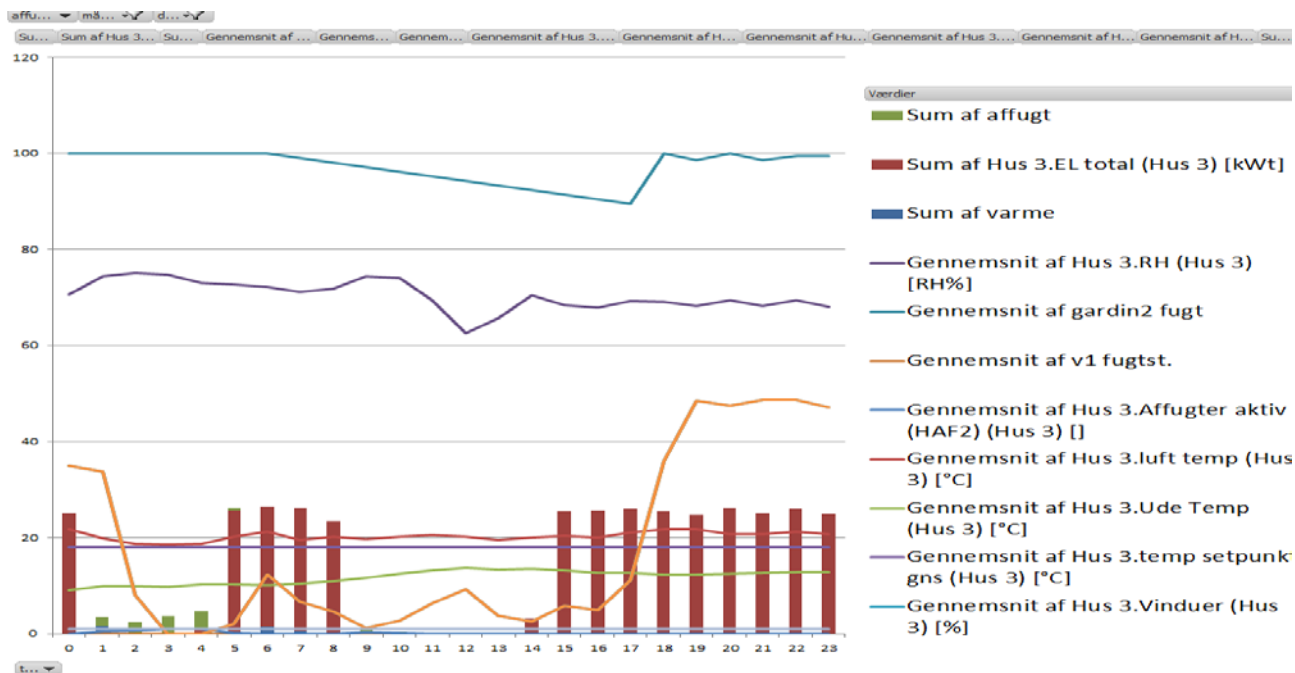
Hele perioden 25. sep - 4. dec 2014					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt del af tid
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	
OFF	10,4	18,1	19,7	78,2%	252,6		99,2	153,4	0,0	0,00
ON	9,3	17,6	20,2	72,4%	355,3	0,0	11,3	311,1	32,9	0,37
	-1,1	-0,5	0,5	-5,8%	102,7		-87,9	157,7	32,9	0,37
	T-forskel		-0,6		41%					

Udvalgt periode					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt del af tid
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	
OFF	10,2	17,8	19,3	80,7%	203,4		107,0	96,3	0,1	0,00
ON	10,9	17,0	20,3	72,2%	232,9	0,0	5,6	186,2	41,1	0,46
	0,7	-0,8	1,0	-8,5%	29,5		-101,4	89,9	41,1	0,46
	T-forskel		1,5		15%					

Udvalgte dage, 18-19. nov (ON) og 24-25. nov. (OFF)

					Energiforbrug gns. pr døgn				Affugter	tændt del af tid
	Tude	Tsætp	Tinde	RH	i alt kWh	T-forskel	varme kWh	LED kWh	kWh	
OFF	6,5	18,0	18,4	78,8%	276,5		132,0	144,5	0,0	0,00
ON	6,6	18,0	19,0	76,4%	215,4	0,0	15,0	131,2	69,2	0,78
forskel	0,1	0,0	0,6	-2,4%	-61,1		-117,0	-13,3	69,2	0,78
	T-forskel		0,1		-22%					

Figur 11. Varmeforhold og klima den 26.10 2014. Bemærk stor vinduesåbning (orange kurve) aften og nat når gardiner er på og vækstlys tændt i hele huset (varmetilførsel større end behov --> høj temp --> vinduesåbning.



4. Henvisninger m.v.

Rapporter vedr. sporetælling, fugtighedsforhold og energibesparelse 2012-2014:
http://www.greener.dk/Information/Projekt_resultater/projekter2012_13.htm

Artikler vedrørende fugtforhold og affugtning:

"[Affugtning af væksthuse](#)". Artikel i Gartner Tidende nr. 14 2012 af Jan Kronmann, Gartnerirådgivningen.

"[Affugtere under lup](#)". Artikel i Gartner Tidende nr. 2 2014 af Ole Bærenholdt-Jensen, Gartnerirådgivningen. Overblikartikel fra 3 møder i november – december 2013.

"[Fugt i væksthuse](#)" notits i Gartner Tidende af Jan Kronmann

"[Overvej affugter](#)" notits i Gartner Tidende af Ole Bærenholdt-Jensen

"Affugteren virker på Kold College" Artikel i Gartner Tidende nr. 5, side 18 2014 af Ole Bærenholdt-Jensen, Gartnerirådgivningen.

"Ventilatorer virker – også når det er koldt". Artikel i Gartner Tidende nr. 5, side 20 2014 af Inge Ulsted Sørensen, Gartnerirådgivningen.

"Planternes fordampning koster energi". Artikel i Gartner Tidende nr. 15, side 31 2014 af Ole Bærenholdt-Jensen, Gartnerirådgivningen.