

Skarpt läge ALVI i Skärselden

Skärselden kallar vi den omfattande provning som värmestyrenheten ALVI genomgått innan den fördes ut i marknaden. Provningsen ägde rum under åren 2019 till 2021 i en sommarstuga vid Väneren mellan Kristinehamn och Karlstad.

Här redovisas resultat från den utprovningen.

1. Kort om provobjektet ALVI:

ALVI är avsedd för kostnadseffektiv fuktbekämpning i lokaliteter som inte behöver hållas ständigt uppvärmda och som i huvudsak påverkas av utomhusklimatet, framför allt fritidshus. ALVI är gjord för att användas ihop med befintligt direktverkande elvärme.

ALVI använder värme för fuktbekämpningen men till skillnad från termostatstyrd konstant (och energikrävande) grundvärme så drar ALVI bara på det minimum av värme som behövs just då för att hålla fukten borta. ALVI går sommartid i ett viloläge. Det sker när temperaturen inne överskrider en förutbestämd "sommargräns" som kan väljas, 10°C alternativt 15°C.

ALVI består av temperaturgivare utomhus, en huvudenhet som mäter temperatur och relativ fuktighet inomhus och av en styrenhet. Huvudenheten bearbetar mätresultaten, bestämmer när uppvärmning ska ske och ger kommandon om detta till styrenheten.

Styrenheten är här av typ Fast-ALVI och husets ordinarie värmesystem används för uppvärmningen.

2. Sommarstugan

Sommarstugan kom till på 1950-talet som en enkel enrumsstuga som byggts ut i etapper till sin tredubbla storlek och slutligen vinterbonats och fått el indraget. Byggmaterialet är trä och isoleringen i huvudsak mineralull. Utförandena i detalj skiljer däremot i någon mån mellan de olika tillbyggena. Huset vilar på betongplintar 0,2-0,6 m över marken (berg med ett varierande, tunt jordlager). P.g.a. tidigare problem med vattenansamling under huset finns numera ett dräneringsrör med tillfrysningsskydd som vintertid förbrukar runt 20 watt d.v.s $20 \times 24 \times 30 / 1000 = 14$ kWh per månad. I de uppmätta elförbrukningssiffror som anges fortsättningsvis är denna förbrukning som ju inte bidrar till uppvärmningen inne frånräknad.

För uppvärmning finns elradiatorer, en under varje fönster samt en öppen spis. Installerad värmeeffekt är 7,1 kW.

I övrigt finns:

Sommarvattenledning som man tömmer varje höst.

Kyl och frys som normalt står helt avstängda vintertid.

Boytan är ca 50 m².

3. Mätningar och utvärdering - allmänt

I sommarstugan fanns placerad mätutrustning för fortlöpande mätning och registrering av temperatur och fukt inne och ute.

Utrustningen har använts under hela provperioden och med den har insamlats ca 15 000 mätvärden.

För förhållandena utomhus har även kompletterande mätdata hämtats från SMHI.

Genom manuella mätningar på plats har framkommit

att temperaturskillnaderna mellan de olika rummen är små – antagligen genom att radiatorer finns under alla fönster i husets uppvärmda del.

att i höjdlängd finns en klar skillnad på ett par grader mellan golv och tak.

att för att hålla en temperaturskillnad mellan ute och inne om 10°C går det åt 1,1 kWh.

Härur kan beräknas att för att hålla 1 grads tempkillnad i 30 dagar behövs 80 kWh.

Av intresse är ju dels hur effektivt ALVI hindrar att huset far illa vintertid, dels kostnaden. Ett bra mått på skaderisken är den relativa fukten RF. Kan man hålla RF inomhus under 70% är man i princip förskonad. Vid högre RF kommer skadorna successivt med ökande RF. Som en referens att jämföra med använder vi vintergrundvärme om 15°C alternativt 10°C. Den förstnämnda ger fullgott skydd men hög värmekostnad. 10°C medför i stället tillfällen med högt RF som man då har att acceptera.

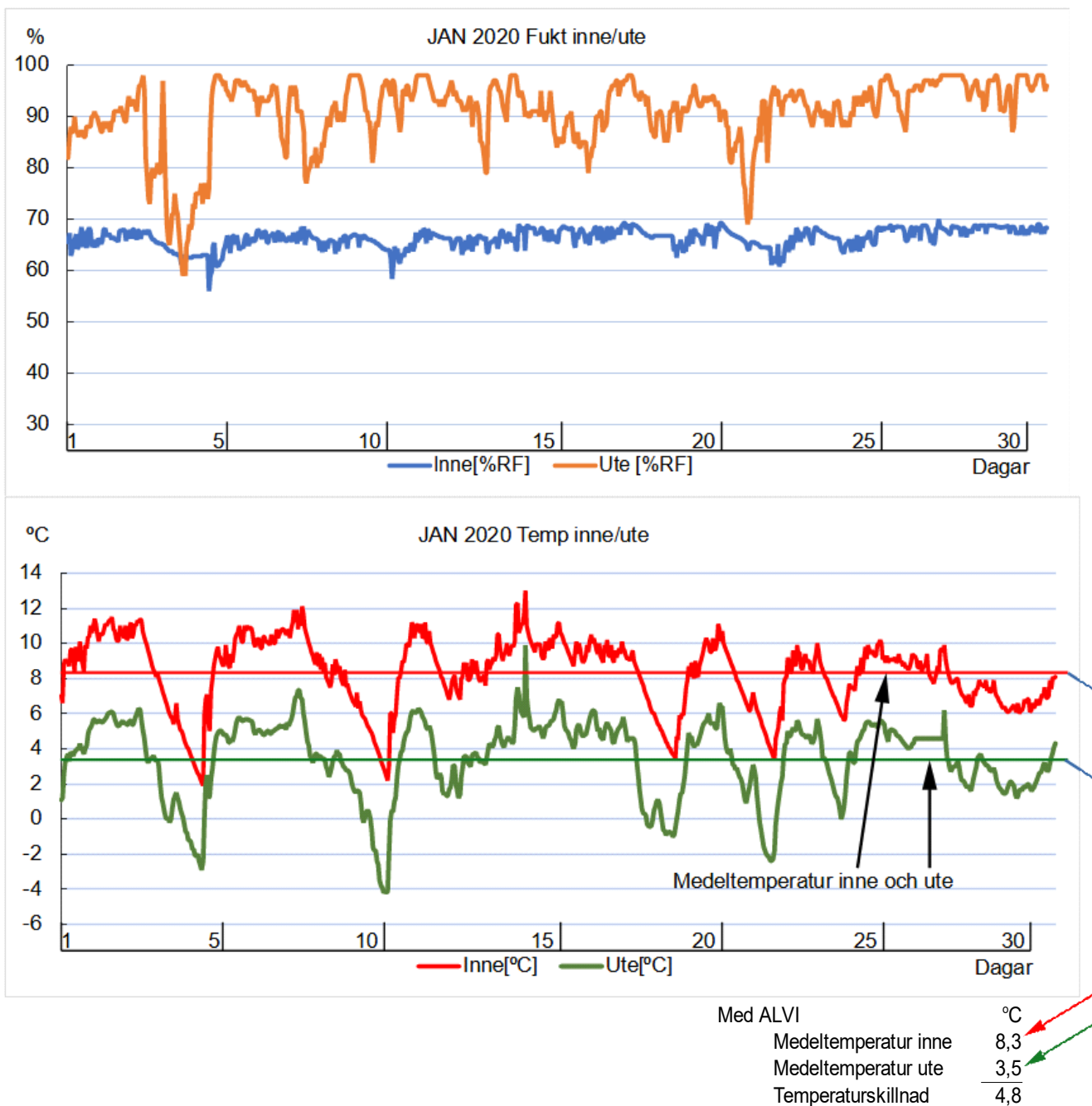
Då parallella jämförande prov med dels ALVI och dels grundvärme inte låter sig göras har vi valt att i stället skapa "matematiska" modeller av sommarstugan och av ALVI. Dem matar vi med uppmätta väderdata i olika situationer och kollar att resultaten stämmer med våra mätningar inne. Sedan byter vi i modellerna ut ALVI mot grundvärme och jämför resultaten.

Meningen är att vi ska kunna använda vår sålunda verifierade modell på andra byggnader och under andra klimatförhållande genom att mata den med relevanta data beträffande klimatet och byggnaden ifråga.

I modellen utgår vi från att erforderlig värmeeffekt i princip är proportionell mot temperaturskillnaden inne – ute. På grund av de ständigt växlande vädret är förhållandena betydligt mer komplicerade bl.a. p.g.a. att delar av den värme som tillförs lagras i väggar m.m. för att frigöras senare. Ett sätt att hantera det med hyfsad noggrannhet är att bilda medelvärden på inne- och utetemperaturerna över längre intervall. Man får då utjämnningseffekten inbakad men också glesare mellan resultaten. Ett lämpligt kompromissintervall kan vara att redovisa det månadsvis. Då kan man också enkelt avstämma resultaten mot elleverantörens uppmätta förbrukning.

Som exempel på utvärderingsmetodiken visar vi på nästa sida januari månad år 2020.

I diagrammen visas längst ner utetemperaturen och högst upp rådande fukt RF. I ett ouppvärmt hus skulle man få ungefär samma RF inne p.g.a. normalt förekommande luftutbyte. För att sänka RF till godtagbara värden under 70% drar ALVI på uppvärmning inne och anpassar den fortlöpande så att RF inne håller sig under 70%. Det leder till innetemperaturer enligt den röda kurvan (överst i temperaturdiagrammet) och RF enligt den blå kurvan (nederst i fuktdiagrammet). Att de båda temperaturkurvorna verkar följas åt är inget som blir av sig självt utan är ett resultat av ALVI:s temperaturreglering.



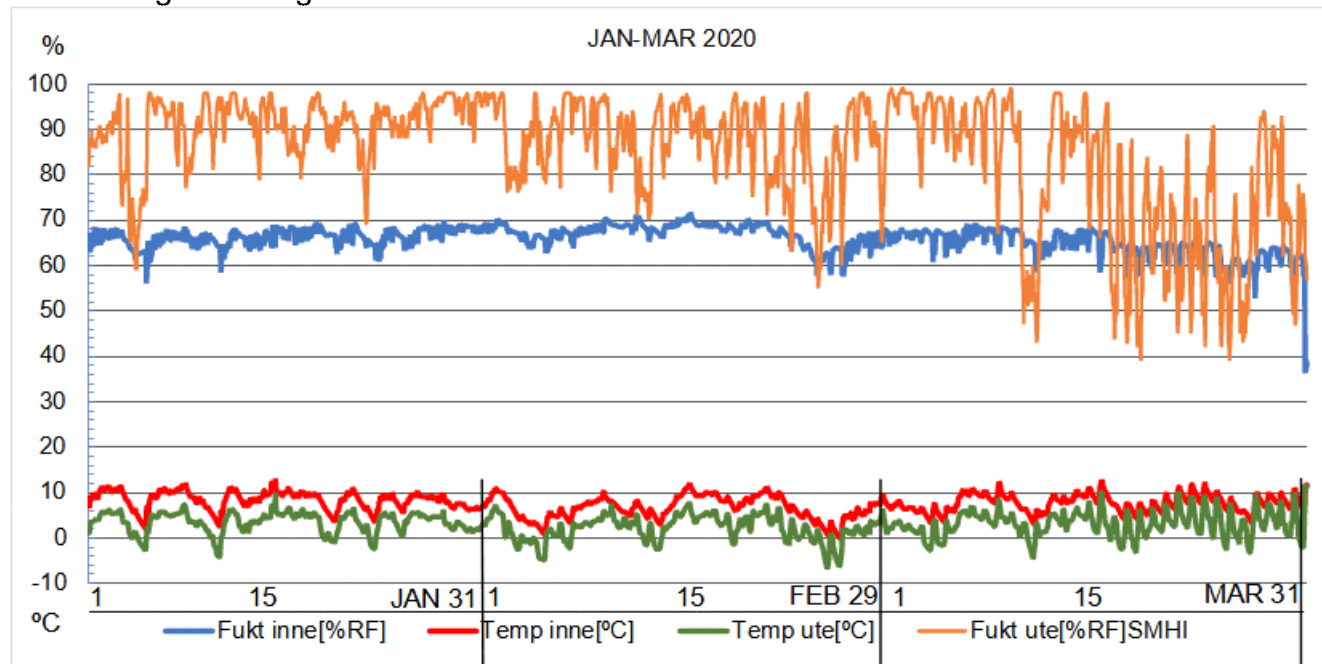
De beräknade medelvärdena finns inritade vid diagrammen ovan. Med medeltemperaturen 8,3°C inne och 3,5 ute får vi en temperaturskillnad på 4,8°C.

Om vi då utgår från att det för varje grads temperaturhöjning under en månad går åt 80 kWh (se avsnitt 2 ovan) så får vi ett värde på elförbrukningen den månaden $4,8 \times 80 = 384$ kWh. Enligt elleverantören har 407 kWh förbrukats varav 14 kWh gått till annat (se sidan 1 kap 2). Avvikelsen mellan siffrorna är $407 - 14 - 384 = 9$ kWh d.v.s. ett fel på $9 / 384 = 0,02 = 2\%$.

Låt oss som jämförelse ta ett tänkt fall där vi i stället för ALVI använder grundvärme om 10°C. Då skulle vi få en temperaturskillnad på $10 - 3,5 = 6,5$ °C. Och en elförbrukning på $6,5 \times 80 = 520$ kWh d.v.s. $520 - 384 = 136$ kWh mer än med ALVI.

4. Mätningar och utvärderingar för 2020 och 2021:

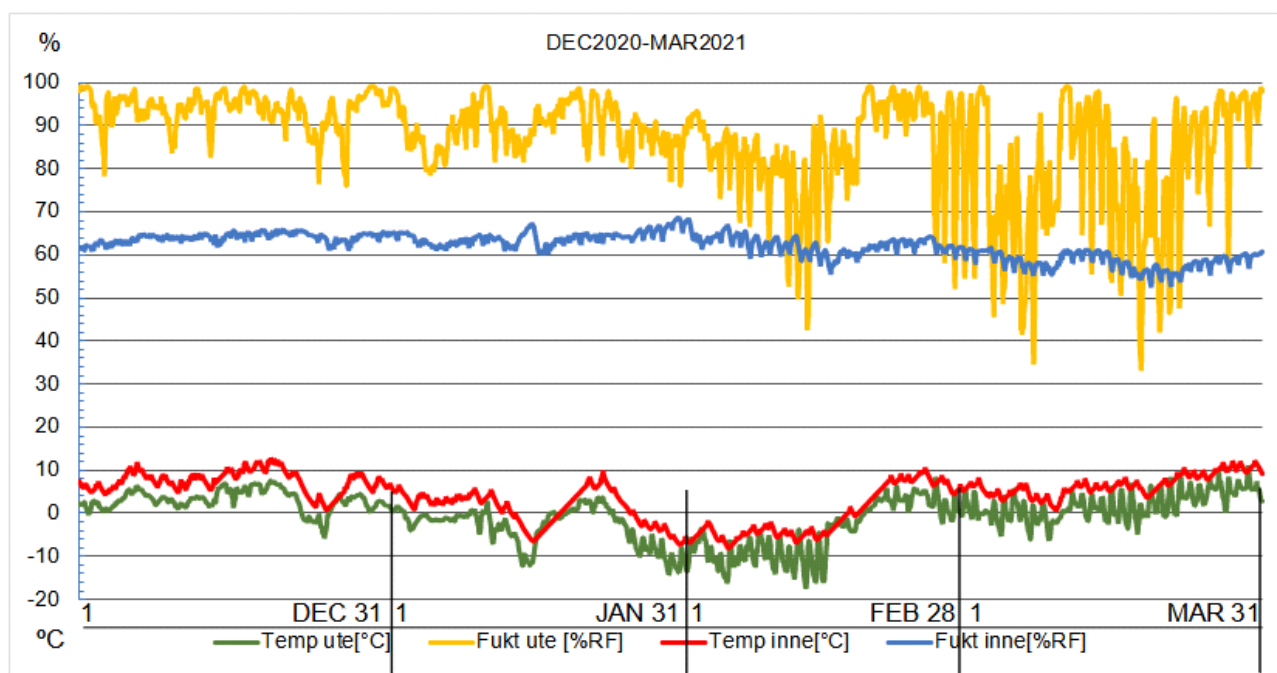
De månader som presenteras här har valts därför att då har stugan varit obebodd. Inga elförbrukare inomhus utöver värmen har varit igång. Därigenom lämpar sig resultaten som avstämningsunderlag för de matematiska modellerna.



Med ALVI		jan	feb	mars
Medeltemperatur	Inne +	8,3 °C	6,6	7,6
Medeltemperatur	Ute -	3,5 °C	2,1	3,1
	Skillnad	4,8 °C	4,5	4,5
Relativt energibehov	,x	80 ,kWh / grad x månad	80	80
Beräknad elförbrukning värme		384 ,kWh	361	360
Uppmätt förbrukning -14 kWh		393 ,kWh	294	281
Tänkt fall 1 med fast grundvärme inne:				
(Medel)temperatur	Inne +	10,0 °C	10,0	10,0
Medeltemperatur	Ute -	3,5 °C	2,1	3,1
	Skillnad	6,5 °C	7,9	6,9
	,x	80 ,kWh	80	80
Beräknad elförbrukning värme		520 ,kWh	634	549
Tänkt fall 2 med fast grundvärme inne:				
(Medel)temperatur	Inne +	15,0 °C	15,0	15,0
Medeltemperatur	Ute -	3,5 °C	2,1	3,1
	Skillnad	11,5 °C	12,9	11,9
	,x	80 ,kWh	80	80
Beräknad elförbrukning värme		920 ,kWh	1 034	949

Några kommentarer:

De stora avvikelserna mellan beräknad och uppmätt elförbrukning under februari och mars torde i huvudsak bero på soluppvärmning (inga fördragna gardiner). Denna visar sig också i stora kast mellan dag- och nattemperaturen ute vilket i sin tur leder till de kraftiga dygnsvisa svängningarna i RF ute.



Med ALVI	,dec	jan	'feb	,mars
Medeltemperatur Inne +	8,0°C	2,4	1,7	8,3
Medeltemperatur Ute -	3,1°C	-2,9	-4,5	2,0
Skillnad	4,9°C	5,3	6,2	6,3
Relativt energibehov ,x	80 ,kWh / grad x månad	80	80	80
Beräknad elförbrukning värme	392 ,kWh	424	496	504
Uppmätt förbrukning -14 kWh	372 ,kWh	???	405	424

Tänkt fall 1 med fast grundvärme inne:

(Medel)temperatur Inne +	10,0°C	10,0	10,0	10,0
Medeltemperatur Ute -	3,1°C	-2,9	-4,5	2,0
Skillnad	6,9°C	12,9	14,5	8,0
,x	80 ,kWh / grad x månad	80	80	80
Beräknad elförbrukning värme	552 ,kWh	1 032	1 160	640

Tänkt fall 2 med fast grundvärme inne:

(Medel)temperatur Inne +	15,0	15,0	15,0	15,0
Medeltemperatur Ute -	3,1	-2,9	-4,5	2,0
Skillnad	11,9	17,9	19,5	13,0
,x	80 ,kWh / grad x månad	80	80	80
Beräknad elförbrukning värme	952 ,kWh	1 432	1 560	1 040

Några kommentarer:

Beträffande uppmätt elförbrukning januari så är den redovisade uppmätta förbrukningen 321 kWh vilket är orimligt lågt. Kan bero på registreringsbortfall i samband med byte av elmätare.

I ALVI finns en möjlighet för innehavaren att välja mellan å ena sidan lägre RF, å andra sidan lägre kostnad, detta genom att utnyttja temperaturskillnaden i höjdlid medelst placeringen av huvudenheten. Rekommenderad höjd är c:a 1 meter. I fallet ovan har den på försök suttit någon decimeter över golvet. Resultatet ser man på RF inne ovan. Flyttar man upp den till normalhöjd skulle RF öka några procent och elförbrukningen minska kanske 50 - 80 kWh per månad. Man får då resultat som liknar dem för vintern innan.

5. Sammanfattningar och slutsatser

Under de rena vintermånaderna ligger relativa fukten ute normalt nära 100% vilket får ALVI att hålla innetemperaturen 4 - 5 grader över den samtidigt rådande utetemperaturen. Detta bör gälla oberoende av hur kall vintern råkar vara. Vet man hur mycket el stugan behöver för att hålla dessa 4 - 5 grader har man elförbrukningen med ALVI och det gäller i princip oberoende av i vilket klimatområde stugan råkar ligga. För vår provade stuga vid Väneren får vi om vi räknar med 5°C och att dess relativa energibehov är 80 kWh per grad och månad:

$$5 \times 80 = 400 \text{ kWh / månad.}$$

För att kunna få motsvarande siffror för jämförelsefallet grundvärme att jämföra med behöver vi veta medeltemperaturen ute för berörda månader. Intressant är då statistiska data för en genomsnittsvinter.

I vidstående tabell finns för landets aktuella områden värden för en representativ ort i varje av dem. Värdena kommer via Wikipedia från SMHI och är baserade på deras mätstationer fram till 1990. Värdena, som presenteras här, har genomgående ökat med 2°C med hänsyn till den pågående globala uppvärmningen.

Beräkningen av energibehovet i fallet grundvärme görs på samma sätt som på sidorna 4 och 5 ovan. Vi tar här december månad och Karlstad som exempel:

Om- råde	Norra Norrland	Södra Norrland	Mellan Sverige	Syd- sverige	
	Piteå	Öster- sund	Karl- stad	Simris hamn	
Sept	10,2	10,2	13,4	15,1	°C
Okt	4,9	5,8	9,1	11,2	
Nov	-1,9	-0,4	3,8	6,9	
Dec	-6,9	-4,3	-0,2	3,6	
Jan	-9,4	-6,9	-1,8	1,9	
Feb	-8,3	-5,1	-2,0	1,7	
Mars	-3,6	-1,5	1,4	3,7	
April	2,4	3,3	6,0	6,9	
Maj	9,1	9,6	12,0	11,5	
Juni	14,8	14,8	17,1	16,8	°C

Grundvärmemetemperatur: 10°C
Medeltemperatur ute: -0,2°C
Temperaturskillnad 10 - (-0,2) = 10 + 0,2 = 10,2°C
Elförbrukningen här skulle då bli: 10,2 x 80 = 816 kWh

Med ALVI blir förbrukningen 400/816 = 0,49 = 49% jämfört med 10 graders grundvärme. Och besparing blir sålunda 100 - 49 = 51%.

Beräkningsmetoden ovan förutsätter i princip vinterväder. Att den inte fungerar sommartid när ALVI är i viloläge är uppenbart. Samma gäller i grundvärmefallet när 10 graders innetemperatur överskrids. Som nämnts ovan så behöver fuktbekämpningen upp till 4 - 5 graders övertemperatur inne. Går utetemperaturen över 5 - 6 grader störs fuktbekämpningen eller uteblir. Men det betyder inte att det fungerar vid alla temperaturer under 5°C i ovanstående tabell. Värdena där är medelvärden över många år men här är det temperaturen i det enskilda fallet som gäller och den varierar från fall till fall slumpmässigt runt aktuellt medelvärde. Det har man alltså att behandla med statistiska metoder. Ur insamlat datamaterial kan man få fram en standardavvikelse på c:a 4°C. Av skäl som kommer att framgå nedan bör risken för störd fuktbekämpning inte vara högre än några procent så vi lägger till ytterligare några procent och får då siffran 10°C som ska dras från sommargränsen.

Vi får då att vinterväder och därmed också beräkningsmetoden gäller:

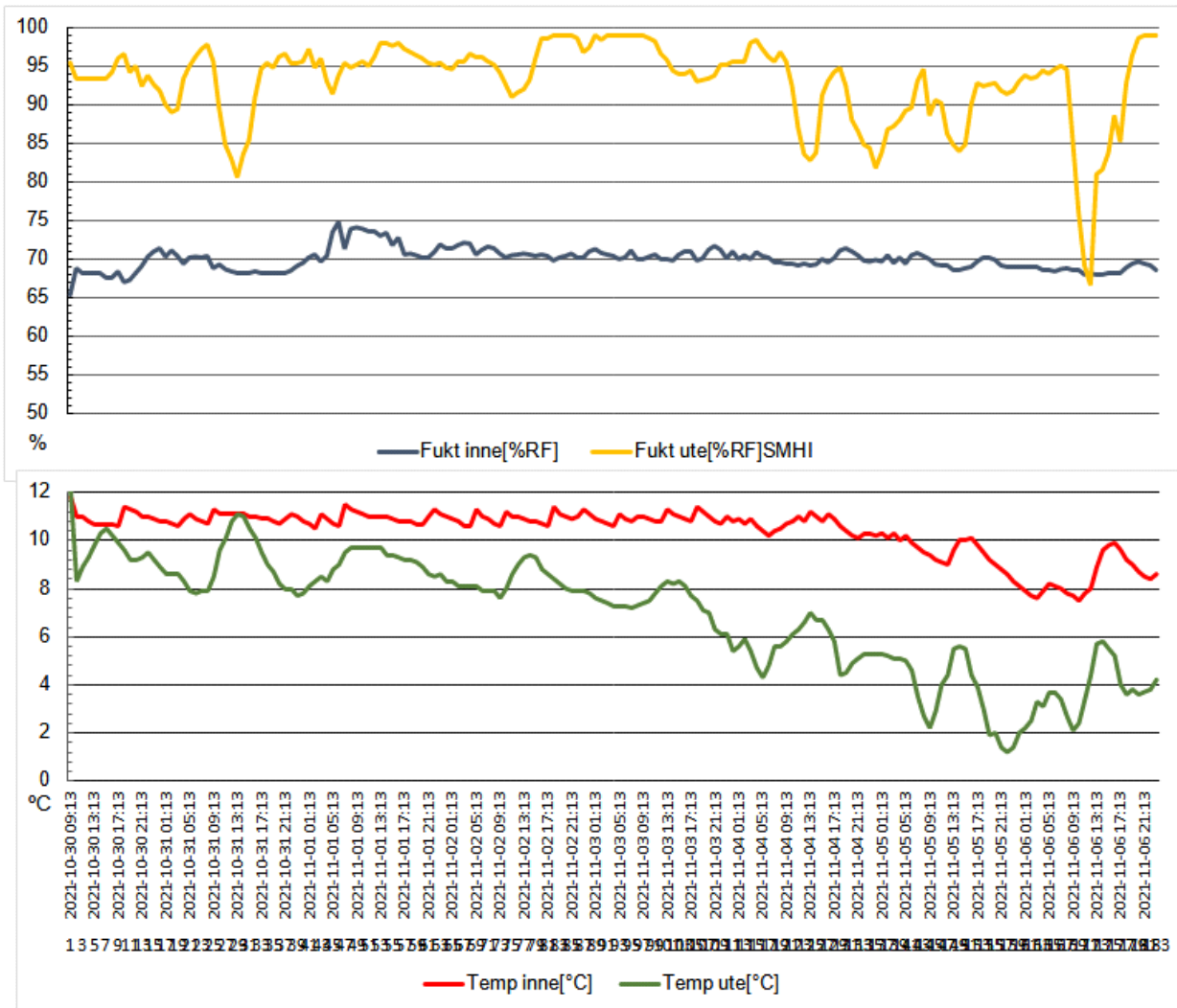
Under 0°C om sommargränsen är 10°C
Under 5°C om sommargränsen är 15°C

Det kan noteras att 0°C också är SMHI:s definition på meteorologisk vinter.

Beträffande resten av året definierar vi ett sommarskede där eluppvärmningsbehovet är 0.

Mellan vinter- och sommarskedena har vi omställningsskeden vår och höst.

Vi börjar behandlingen av dem med ett konkret exempel och väljer då utförda mätningar i november 2021:



De lodräta talen nertill anger datum och tidpunkt på dagen.

Under slutet av oktober har utetemperaturen varit hög men är i fallande. Samtidigt är RF inne lågt men i ökande och 2022-11-01 kl 05:13 passerar den 70% för att några timmar senare nå 75%. Nu är ALVI emellertid igång, men hindras av sommargränsen (se sidan 1) från att höja innetemperaturen, men inte från att hålla den konstant vid 10°C. Under tiden fortsätter utetemperaturen att falla (de överlagrade vågorna är växlingar mellan dag och natt) och det leder till att temperaturskillnaden inne och ute ökar och vid middagstid 2022-11-04 har den blivit stor nog för att hålla RF på önskad nivå. Därefter följer inne- och utetemperaturkurvorna varandra i stort sett parallellt. Vinterskedet är m.a.o. inlett.

Att sommargränsen verkar ligga vid 11°C i stället för väntade 10°C beror på att det visade värdet inte härrör från ALVI:s inbyggda mätare utan från en separat mätare placerad uppe vid taket och är inrättad att mäta luftens temperatur. ALVI-enheten sitter i en angränsande hall på c:a 1 meters höjd och nära intill väggen.

I omställningsskedena finns uppenbarligen en potentiell risk för utebliven fuktbekämpning genom att ingen uppvärmning sker när utetemperaturen överstiger värmegränsen d.v.s. ALVI:s sommargräns respektive grundvärmegränsen, i det här fallet 10°C.

Av intresse är ju också hur elförbrukningen minskar under omställningsskedena och det har hanterats med gängse statistiska metoder (bl.a. viktad fördelningsfunktion).

Beträffande gränsen mot sommarskedet där vi förutsätter uppvärmningsbehov noll så blir det mer komplicerat. Visserligen verkar det inte ologiskt att resonera som ovan och då komma fram till $10 + 10 = 20^\circ\text{C}$ respektive $15 + 10 = 25^\circ\text{C}$ vilket verkar anmärkningsvärt högt. Men det finns ju en viktig faktor som förändrar förutsättningarna helt och det är soluppvärmningen. Att den finns har redan visat sig i diagrammen på sidorna 4 och 5. Den värmen tillhandahålls i princip kostnadsfritt och den hindras inte av någon värmegräns. Precisa siffror för den är svårt att ange. Förutom vädrets nycker så inverkar sådant som byggnadens beskaffenhet och utförande, belägenhet soligt eller skuggigt, klimatområde och användning m.m. Av de allmänna erfarenheter som finns att gå på så förefaller förekommande solvärme att räcka till – åtminstone om använd värmegräns är 15°C. Med 10°C är det i vissa fall lite tveksamt.

Att 10°C grundvärme ändå rekommenderas och används får ses som en kompromiss. Med ett högre värde skulle uppvärmningskostnaden öka rejält och tillfälliga fuktutfällningar behöver inte betyda så mycket, förutsatt att de inte kommer för ofta eller pågår för länge. Under motsvarande skede på värkanten tillkommer också att solvärmens kan hjälpa till att torka upp utfälld fukt.

Den kostnadsökningen vid övergång från 10°C till 15°C gäller inte ALVI. Som framgår på nästa sida så ökar den måttligt och kan motiveras med det bättre fuktskyddet. Rekommendationen är att ha ALVI inställd för 15°C – åtminstone i södra och mellersta Sverige.

Om vi nu tittar ett tag på Sydsverige och Simrishamn i tabellen på sidan 6 finner vi ingen temperatur under noll. Här finns risk för att ständigt återkommande fuktutfällningar tillför mer fukt än som hinner avdunsta. Å andra sidan begränsar det milda vädret uppvärmningskostnaden. Åtminstone i Sydsverige finns det alltså anledning att hålla en högre grundvärmetemperatur än 10°C - förslagsvis 15°C.

6. Beräkningsresultat och jämförelser

I tabellerna nedan finns jämförelsevärden för energiåtgången framräknade utifrån medeltemperaturvärdena i tabellen på sidan 6 och på det angivna referensvärdet 400 kWh / månad där.

Beräkningarna har gjorts så som beskrivits i föregående kapitel.

Beträffande inverkan av uppvärmning genom sol direkt på tak, väggar och genom fönster där förutsättningarna kan variera mycket från fall till fall har en uppdelning gjorts:

Med svart text: Ingen sådan uppvärmning.

Med blå text: Sådan uppvärmning enligt ovan. Underlag har hämtats från sommarstugan vid Vänern som torde representera ett genomsnitt.

ALVI 10 resp 15 avser ALVI med sommargränsen inställd på respektive värde.
Grund 10 resp 15 avser grundvärme med temperaturen 10°C resp 15°C.

De månadsvärden i samband med vilka det finns risk för fuktutfall är markerade med rött.
Bedöms fuktutfallen som oroande omfattande har även berörda slutsummor rödmarkerats.

Angivna värden är i kilowattimmar.

	Norra Norrland Piteå				Södra Norrland Östersund											
	ALVI 10		ALVI 15		Grund 10		Grund 15		ALVI 10		ALVI 15		Grund 10		Grund 15	
Sept	0	0	0	0	0	0	328	248	0	0	0	0	0	0	0	0
Okt	200	160	200	160	322	282	808	768	200	160	280	240	287	247	662	622
Nov	400	400	400	400	952	952	1 352	1 352	400	400	400	400	832	832	1 232	1 232
Dec	400	400	400	400	1 352	1 352	1 752	1 752	400	400	400	400	1 144	1 144	1 544	1 544
Jan	400	400	400	400	1 552	1 552	1 952	1 952	400	400	400	400	1 352	1 352	1 752	1 752
Feb	400	360	400	360	1 464	1 424	1 864	1 824	400	360	400	360	1 248	1 208	1 648	1 608
Mars	400	320	400	320	1 088	1 008	1 488	1 408	400	320	400	320	920	840	1 320	1 240
April	88	0	400	240	83	0	1 008	848	73	0	300	140	73	0	936	776
Maj	0	0	200	0	0	0	421	101	0	0	10	0	0	0	0	0
Juni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 288	2 040	2 800	2 280	6 812	6 570	10 645	10 005	2 273	2 040	2 590	2 260	5 856	5 623	9 094	8 774

	Mellansverige Karlstad				Sydsverige Simrishamn											
	ALVI 10		ALVI 15		Grund 10		Grund 15		ALVI 10		ALVI 15		Grund 10		Grund 15	
Sept	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
Okt	107	57	300	250	69	19	425	375	0	0	200	150	10	0	245	195
Nov	400	400	400	400	370	370	896	896	223	223	400	400	223	223	620	620
Dec	400	400	400	400	816	816	1 216	1 216	400	400	400	400	406	406	912	912
Jan	400	400	400	400	944	944	1 344	1 344	395	395	400	400	395	395	1 048	1 048
Feb	400	350	400	350	960	910	1 360	1 310	395	345	400	350	395	345	1 064	1 014
Mars	400	300	400	300	420	320	1 088	988	272	172	400	300	372	272	904	804
April	49	0	300	100	44	0	700	500	223	23	400	200	223	23	622	422
Maj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	10	0	221	0
Juni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2 156	1 907	2 600	2 200	3 622	3 378	7 029	6 629	1 908	1 558	2 816	2 200	2 035	1 665	5 636	5 015

Sammanställning

		Värmegräns 10°C				Värmegräns 15°C			
		ALVI		Grund värme		ALVI		Grund värme	
Norra Norrlandskusten (Piteå)	1	2 288	2 040	6 812	6 570	2 800	2 280	10 645	10 005
Södra Norrlands inland (Östersund)	2	2 273	2 040	5 856	5 623	2 590	2 260	9 094	8 774
Mellansverige Vänern (Karlstad)	3	2 156	1 907	3 622	3 378	2 600	2 200	7 029	6 629
Sydsverige (Simrishamn)	4	1 908	1 558	2 035	1 665	2 816	2 200	5 636	5 015

Relativ besparing med ALVI i stället för grundvärme	1	66%	69%	74%	77%
	2	61%	64%	72%	74%
	3	40%	44%	63%	67%
	4	6%	6%	50%	56%