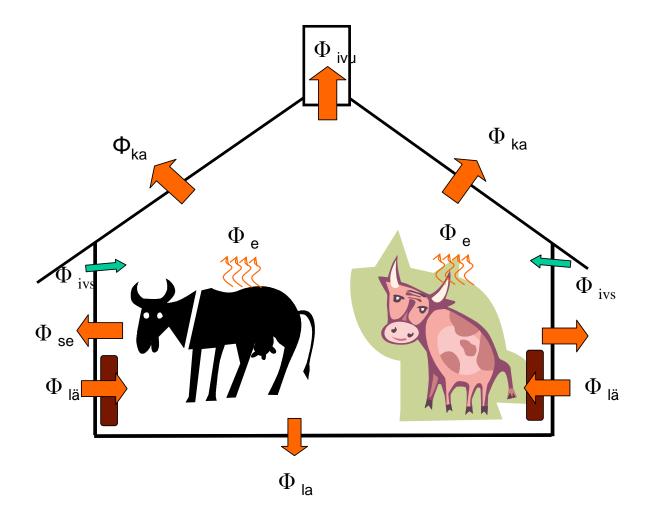
# Degree day system and heat balances

## Cattle house energy consumption



$$\Phi_{l\ddot{a}} = \Phi_{la} + \Phi_{se} + \Phi_{ka} + \Phi_{ivu} - \Phi_{ivs} - \Phi_{e}$$

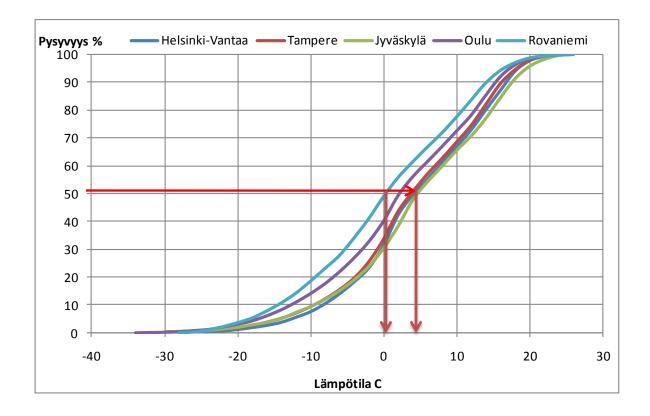
# **Energy consumption**

- Extra energy is needed for heating when the energy produced in the cattle house is less than the heat flow through structures and ventilation
- The temperature when heating is started is so called balance temperature

$$\begin{split} \Phi_{l\ddot{a}} &= U_{la}A_{la}\Delta T + U_{se}A_{se}\Delta T + U_{ka}A_{ka}\Delta T + V\rho_{i}c_{i}\Delta T - \Phi_{e} = 0\\ \Delta T &= \frac{\Phi_{e}}{U_{la}A_{la} + U_{se}A_{se} + U_{ka}A_{ka} + \dot{V}\rho_{i}c_{i}}\\ \Delta T &= T_{s} - T_{u} \Rightarrow T_{u} = T_{s} - \Delta T = T_{s} - \frac{\Phi_{e}}{U_{la}A_{la} + U_{se}A_{se} + U_{ka}A_{ka} + \dot{V}\rho_{i}c_{i}} \end{split}$$

# Weather

- Heating energy depends on annual weather
- The weather is taken into consideration with the temperature persistence curves



# Heating energy modelling

- Calculate first the balance temperature
  - Heating is needed when outside temperature is below this
  - Calculate how many hours each temperature below the balance temperature is
  - Calculate the energy consumption by multiplying power and time



# Degree day system

- Heating need figure = degree day figure
- Used commonly to compare heating demands of living houses and offices
- Days when mean temperature in spring is over 10 C and in autumn 12 C are not included
- Most commonly used figure is S17 = inside temperature is + 17 C in the calculations
- The unit is degreeday
- The figure is used when energy consumptions in different years are compared

### Lämmitystarveluvut 1971-2000

	1	Ш	Ш	IV	v	VI	VII	VIII	IX	Х	XI	XII	vuosi
Maarianhamina	599	577	559	424	216	36	7	22	160	320	433	543	3896
Helsinki-Vantaa	691	647	593	402	165	18	4	27	185	364	502	631	4229
Helsinki Kaisaniemi	657	619	574	404	169	12	2	15	144	331	468	594	3989
Pori	680	639	589	413	189	25	5	29	195	364	500	627	4255
Turku	667	629	582	399	170	19	4	23	170	352	488	612	4115
Tampere-Pirkkala	734	681	614	411	186	29	6	39	211	382	537	672	4502
Lahti Laune	737	686	615	419	172	25	6	36	215	394	533	674	4512
Lappeenranta	771	702	624	425	177	26	6	34	204	404	548	691	4612
Jyväskylä	789	727	650	464	217	43	13	63	251	427	576	725	4945
Vaasa	732	667	620	445	215	33	9	47	221	397	535	667	4588
Kuopio	820	748	657	468	213	34	8	43	216	415	579	742	4943
Joensuu	837	762	670	479	231	43	12	55	237	434	598	759	5117
Kajaani	867	783	695	502	260	59	21	82	266	460	630	795	5420
Oulu	829	749	674	484	263	49	11	62	243	442	606	758	5170
Sodankylä	964	840	759	570	358	113	55	150	330	545	742	911	6337
Ivalo	947	823	752	575	387	153	76	157	328	545	744	894	6381
Oulu Sodankylä	829 964	749 840	674 759	484 570	263 358	49 113	11 55	62 150	243 330	442 545	606 742	758 911	5170 6337

http://www.vesma.com/ddd/

### Degree days

.....

26.7

241

### Rakennusten lämmitysenergiankulutuksen normitus

Energiankulutuksen seuranta on energiankäytön tehostamisen lähtök chta. Rak ennuk sen lämmit ystarpees een vaikut taa vuosittain vaihteleva sää. Rakennuksen tilojen ämmitysenergiankulutus normeerataan, eli korjataan lämmitystarveluvulla, jotta voidaare

- vertailla rakennuks en energiankulutusta eri kuukausina tai vuosina
- vertailla eri paikkakumilla olevien rakennuksien kulutusta

limatieteen laitos laskee normitukseen tarvittavat lämmitvstarveluvut kuukausi- ja vuositasolla 16 vertailuosikkakunnalle.

Normitukseen käytettä vä vertailuk ausi, ns. normaalivuosi, perustuu vuosien 1971-2000 lämmitystarvalukuihin.

Kariana on huomioita kantaläitikset vuoisen 2010 aakka. Lannaityimveinvit ovat ten sijam warden 2005 kuninjana ambaiset. Tataan vuriksi yhdistyneelle kunnalle on uusiin korjamberini min vanhoe kantoisen canbaiweti.

Vennas 2011 na kaytetin visas tatai, vensiin 1981-2010 pertektiva somaali vassi. Karita ja laasmitysiar wite at tailans maximum silicia.

Kunnissa, joihin on yhdistynyt kantia eti verinlinpuikkakuntien elusiika, kuytsimu vuohan kuntejaan mekaisin verkalapadékakanian. Karanan seberan oleva varikosti keripa sikema verkalaanikoukorg para

federerkik Keelin, Pappola, Pulikin ja Rantala ovat yhdistynest Säkalaivan kunnaksi, joka on Kajamin slowija. Kesilan ja Päyyolan vertakopakkakunis on Kajami. Polikulan ja Rambilan alapalikskasia on Oulu

> midded by ● ztariti 1,01 0,00 (vertaikopaikkakunta Kajaani, eli S<sub>kratari</sub> = 5.430.) e Papada 1,05 0,96 (vertaikopaildadaurta Kajaari, eli S<sub>kingkada</sub>= 5.420.) , Admin cat cats Overtailupaikdolenta Galis; eli S<sub>Weybeak</sub> = 5 1700 America (J. C. C.) (vertailupaikiaikunta Gulu, eli Serusian = 5 1700

En erg ien kulutu koen v ertaa min en eri ajanjakooina (p erusk aavu)

Veriti Bawaa mutan sakeuntikwa waveginaktikutasia eti njanjakwi na kunjetana kan na

### Kaava 1

SN vploanta Qnorm = Statestunat vpkonta - × Qtoteutunut \* Qlämmin käyttövesi

Huorr. Normitus koskee vain rakennuksen tiiojen ilmmittimiteen kuksvaa energiaa. Kilyttövet en ilmmittimiteen kuksva energia ei ripu uikolimpittiinita, joten ne vähennetään kokonainäimmityeener nianta ennen normitusta.

Q	ralennuksen normitettu Brinnityrenergian kulutus
Q	ralennuksen til ojen i ämmityksen kuluva energia = Q <sub>tub</sub> - Q <sub>tumin</sub> tyratusi
Q Lak	ralennuksen lämnt tysenergiankuksus yhteensä
Q Barrada Maja Barrad	Bimpimän käyttöveden energiankulutus
S <sub>N stant</sub> .	normael ivuoden tai -kuukauden (1971-2000) Binnri tystarveiuku ver tai lupaikkaikunnaita
خصاب المراجعة	kaakaaden tai vaoden toteatanat

Brent tystarysiuku yer tailusaikkakuonalla

Normitsbases on inform value ofors verinitopak babusis. Nato te bariasis,

1,01 1,04 1,05 1,05 0,00 0,00 0,00 1,10 1,10 6 540 1.00 1.10 hetargi hard Vieds 1,01 1,19 1,01 1,18 1,05 1,10 date
Beindjole
Beindjole A Satisfy
A Starte
Konsta
Konsta
Konsta
Konsta
Konsta
Satisfie
Magei
Solowitze
Konsta
Solowitze
Konsta
Solowitze
Solowitze</li 1,02 1,02 0,04 1,05 0,07 1,05 0,08 1,05 0,08 1,05 1,00 1,15 1,01 1,11 1,01 1,11 Palitani Nitodafi ad Nitodafi ad Nitodafi Nitodafi Taron Tar Densiska Indei Ungela 0,82 0,94 0,98 471 474 471 **b, b,** 997 1,17 Sodarkylli 0,85 0,88 1,00 1,00 1,00 0,88 10000000000 And. Xiibad Frying 18 287 ks. ka. Kraijb Rodi Kollei Roala Benda Roala Roal Roal Roal 1,08 0,00 0,87 0,74 1,01 0,78 1,02 0,00 Euros NIN 1,00 1,11 0,99 1,19 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 1.00 nijutui Zlijiani Sungfile Sund Rating/0 096 1,15 1,01 1,11 097 1,13 098 1,14 1,09 1,14 096 1,14 096 1,18 state" STOP 0,88 0,75 1,01 0,78 1,06 0,81 1,05 0,80 1,08 0,86 LID LID LID COM COT COM 0,00 L00 0,00 L00 0,00 L00 1,00 L00 0,00 L00 Duminette Hendoret Hendoret Hendoret Jorenne A Jones A Jones A Jones A Jones A Jones A Jones Doristike Konstellen Konstel Karis Ti Kariba Mala Mala tesh = 4512 Arethod Arethod 1,81 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 1,11 Sec. Sec. 1,07 0,81 1,08 0,83 1,01 0,78 0,88 0,75 1,08 0,75 1,08 0,85 Ariadi Fornit Hibert Hibert Hiseft Hiseft Hiseft Line Ter 1,12 1,10 1,08 1,11 1,10 1.00 1,00 1,17 1,00 1,17 And all a Markhard Call 0.00 L00 0.07 L00 NESE Nicolauki Nadiologia Titoraia 1,00 1,17 0,98 1,18 1,00 1,18 0,98 1,18 Exceptor Manare Provide • mp+ 1,08 1,07 1,11 1,11 1,08 Mirali Mirali Fature 4 545  $\mathbf{k}_{2}$ Albert Eligtre Adam Henry di Hysenald History d 1,04 1,12 1,04 1,11 Frying =\$ 90 k. k. 0,89 0,98 1,00 1,00 0,98 1,00 Lona Marik Marik Makaba Alberteide Millerin Millerin Millerin 1,00 0,04 0,04 0,05 0,04 0,05 0,07 0,05 1.00 1.10 Albre Degleri Milesi 100 100 100 100 100 000 Mash Mina Estal Estal Faile Task 1,00 1,10 0,97 1,17 rationi Maria Jonan Jonan Jonan Jonan Jonan Jonan Kangluan Kangluan Minterne Abyahali Minterali Mantadi Byataj Silan Nanathura Ceipil Thana Pakkabura Pakkabura A Del 0.00 0.00 0.00 0.00 1,05 1,13 1,05 1,15 1,05 1,15 1,05 1,16 1,05 1,01 100 KERade A Minute A Zalaye A Forder A Dat ( ) Stational ( ) Consider A Stational Ser anton a 1955 1,08 0,88 1,00 0,88 - hi - Aj 101 101 102 0,99 1,18 0,99 1,18 0,99 1,18 0,99 1,19 1,00 0,87 0,88 0,87 0,88 0,88 0,88 0,85 0,88 0,85 0,88 0,85 0,98 0,94 1,00 0,98 0,97 0,85 0,97 0,85 Risson Rosai Rosaine Rosaine Rosaine Risson Rosaine Ro Englisht Jand Jierd Jierd Kinglester Kinglester Kinglester Kinglester Kinglester Kinglester Kinglester Kinglester Kinglester Zartain Dudyin Stayloutid Raforatis Raforatis Startil Meridan Pation Pation Pation Pation 1,00 1,00 1,10 1,08 1,09 1,09 1,08 Pitytel Pitytel Pitytel 040 1,15 040 1,15 1,01 1,12 -Ribei Ratio Ratio Ratio Ratio Ratio Ratio Regist Atorit Parait Regist Ratio Regist Ratio Regist Ratio Regist Ratio Rati 100 100 2 Deinit 2 Line 2 Line 2 Line 2 Line 3 Missell 3 1/09 1/09 1/10 1/11 1/11 1/09 1/15 1/11 1/15 1/15 1/15 1/15 1/15 
 1,01
 1,01

 1,01
 1,01

 1,01
 1,01

 1,01
 1,01

 0,01
 1,00

 0,04
 1,00

 0,04
 0,00

 0,04
 0,00

 0,04
 0,00

 0,04
 0,00

 0,04
 0,00

 0,04
 0,00

 0,04
 0,00

 1,05
 1,00

 1,05
 1,00

 1,05
 1,00

 1,05
 1,00

 0,07
 0,07

 0,08
 0,00

 0,15
 1,00
 0.00 1.12 1.00 1.12 0.04 1,17 0,94 0,94 0,95 0,91 1,00 0,94 1,01 0,94 1,00 0,94 Name a 
 0.94
 1.18

 0.94
 1.18

 0.94
 1.14

 0.95
 1.14

 0.96
 1.18

 0.96
 1.18

 0.96
 1.18

 0.96
 1.18

 0.96
 1.18

 1.00
 1.00

 0.96
 1.18

 1.00
 1.17

 1.01
 1.20

 0.97
 1.17

 1.00
 1.20

 0.97
 1.17

 1.00
 1.20

 1.00
 1.20
 Ectoregie Philippi Riceshen Rosenke Dougled Riceshen Riceshen Riceshen Riceshen Ectore Riceshen Ectore Riceshen Ectore Riceshen Ectore Riceshen Ricke Riceshen Ricke Riceshen Ricke Ricks 118 119 118 118 118 Auger Auger ntis it 15-dt 0,00 0,00 1,01 0,07 1,01 0,87 0,90 0,88 0,91 0,88 0,90 0,88 0,91 0,94 0,94 0,94 plasts = 6 902 A, Abil 2015a Wahipita Maditala Maditala Maditala Maditala Maditala Maditala Maditala Maditala LEI 1.11 LEI 1.11 CN 1.00 Marco Térrindia The Lipit The Lipit Toolo Docksbar Velasti 0,94 0,90 1,00 0,94 -----Hormafiat Indiré Jevé Lingenariat Jakon Latinan 0.87 0.88 0.98 1,04 1,05 1,05  $\mathbf{k}_1 = \mathbf{k}_2$ Hidaini tan . 1,05 1,05 0,98 0,98 1,00 0,97 1,05 0,84 Hillipitet Republic R Veptonia = 4328 Marcial k, 0,00 1,00 1,01 1,05 1,01 1,05 1,01 1,05 1,01 1,05 1,00 1,10 h., 080 1.12 Himtel Jierengell Enelling Erekel Erekel Long Erekel Erekel Erekel Ereke Denge Antere 0.94 1,01 0,94 0,97 0,95 1,00 0,81 1,01 0,82 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,80 1,08 0,81 1,08 0,84 1,08 0,84 1,08 0,84 1,08 0,84 1,12 1,18 1,12 Pilinas
Lenai
Lenaitia
Matheilai
Matheilai
Matheilai
Matheilai
Matheilai
Piedeth
Protocoli
Protocoli
Protocoli 1,44 0,46 1,45 0,47 0,47 0,47 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 1,41 1,41 0,48 0,48 1,41 1,41 0,48 0,48 111 1,01 1,01 0,00 1,00 0,00 1,00 0,00 1,00 0,00 1,00 0,00 1,00 0,07 1,04 0,07 1,04 1,00 1,07 0,07 1,04 1,00 1,07 1,00 1,19 1,00 1,17 0.94 1,12 0.97 1,13 0.97 1,13 0.94 1,12 0.94 1,12 0.94 1,12 0.98 1,15 1,00 1,10 0.94 1,15 0,94 1,15 0,94 1,15 0,94 1,15 Chattana Vicalana Vicala Vicala Vicala Xinta Xin Frentik Rheiter Recht Recht Methol Recht 0.07 1.00 0.00 1.04 0.00 1.00 0.00 1.00 0.01 1.01 Anna (In. Parat (In. Parata Pa 1,01 0,85 1,08 0,94 0,98 0,94 1,00 0,85 0,98 0,81 0,98 0,81 0,98 0,81 0,98 0,81 0,98 0,81 0,98 0,81 1,00 0,81 1,00 0,94 102 1.12 109 1.13 0.N 1.13 0.9 1.09 Taylida Verifia 0.00 1,08 1,07 1,15 1,00 1,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0.0 1.0 0.0 1.0 0.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 4.2 Minita in Mi niemi Baboli Datati Pastata Tigli Cark 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 17 1 = 11 1 = 11 1 = 11 1 = 17 1 = 17 1 = 171,37 1,31 1,37 1,38 1,37 1,38 Fielden Jakobarik Köber Köber Körste Karate Körste Lagebriet Lagebriet 0,84 0,87 1,21 1,21 0,85 0,89 0,86 0,88 0,88 0,88 1,21 1,21 0,87 0,87 1,20 1,20 0,88 0,89 irphonia = 3.518 Equation Equation Helicita Selan Education Education Helicita Helicita Selan Helicita Selan Helicita Selan Helicita Heli 0,85 1,00 1,00 0,85 0,85 0,85 1,18 1,14 1,14 1,11 1,18 1,20 138 138 131 131 131 131 1.09 1.10 1.00 Joseffit Kanaba Straine TA 1885 k, **k**<sub>2</sub> Darkeri Klainis Klainen 0,00 1,00 0,00 1,07 1,00 1,11 Z links 1,00 1,19 1,00 1,19 0,99 1,19 0,00 1,00 0,00 1,00 1,00 1,10

a shi ala ma nati di tabasi sa banat the case, we did has affit also on an intatific at war reather line d Brutha, ran eth on ja järde ersa fia tan, maan ten berk ona ja val Da wat Bruer ktana her one real. Verte fle paik hak sets att he sale to assent alle he end sie ere real alla ha mod als are 2

k onkuntskohtainen korjauskerroin vertailupaikkakuntaar k- on kuntakohtainen korjauskor roin Avdiskylään Kertoimien käyttämisestä on jaätietoa kääntöpuoleit

0.00 1.01

relat. Telatatis

ún úr

Justination
Tennals

Reiferit



Mind



22.00 PAS.

## Standardized energy consumption

$$E_n = \frac{S_n}{S_M} E_M$$

- E<sub>n</sub> standardized heating energy consumption
- S<sub>n</sub> standardized degree day figure
- $S_M$  measured degree day figure
- $E_M$  measured energy consumption

# Example

 Living house energy consumption in Vantaa was during 2007 14100 kWh, 2008 13400 kWh and 2009 135000 kWh. Was there any changes in the energy consumption? The corresponding degree day figures were 3723, 3440 and 3952. The comparison figures between 1971 – 2000 was 4229.



This material has been produced in ENPOS project. ENPOS is acronym for *Energy Positive Farm*.

The project partners are

- University of Helsinki, department of Agricultural Sciences Agrotechnology
- MTT Agrifood Research Finland Agricultural Engineering
- Estonian University of Life Sciences

Project home page is at <u>http://enpos.weebly.com/</u>

The project is financed by the EU Central Baltic IV A Programme 2007-2013

This publication reflects the authors views and the Managing Authority cannot be held liable for the information published by the project partners.



