

## ПРОБЛЕМЫ МАРКЕТИНГА ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В РОССИИ

Появившиеся в Европе в конце прошлого века низкотемпературные воздушные тепловые насосы (НВТН), принципиально изменили существовавшие ранее представления о технических возможностях воздушных тепловых насосов, что качественно повлияло на потребительские приоритеты и в корне изменило структуру европейского рынка. В результате НВТН стали наиболее востребованным типом тепловых насосов, объёмы их продаж на национальных европейских рынках измеряются сегодня сотнями тысяч штук и десятками миллионов евро, причём наиболее очевидно это проявилось в странах Северной Европы – с наиболее холодным климатом.



В процессе нынешнего кризиса НВТН проявили абсолютный иммунитет к стагнации. Более того, на фоне общего спада в климатической отрасли в целом в отношении НВТН стала очевидной **поразительная закономерность – чем выше уровень рецессии, тем выше спрос на НВТН, а соответственно – и уровень продаж (1).**

В 2009 году падение рынка чиллеров в России составило 50-55% (2), падение рынка сплит-систем, по предварительным оценкам, произошло в два-три раза (3). Результаты вполне согласуются с прогнозами, сделанными ещё в феврале для отрасли в целом (4). Поскольку НВТН стали сегодня наиболее востребованным коммерческим продуктом отрасли, имеющим в России особенно многообещающую перспективу (1), компенсировать потери логично именно за счёт освоения наметившегося уже нового сегмента рынка – рынка теплоснабжения.

Однако ни со стороны поставщиков, ни со стороны потребителей эта столь актуальная для нас техника особого внимания до сих пор не удостоилась. Основной причиной этому видится **ряд проблем, связанных с недостаточной информированностью** потенциально заинтересованных субъектов, поэтому цель статьи – восполнить этот недостаток.

**Дефицит необходимой внятной информации о технических особенностях и возможностях НВТН, успел породить в отношении них массу всевозможных версий преимущественно скептического толка.**

Поскольку это явно не способствует объективному восприятию темы, а, несмотря на зарождающийся в обществе интерес, только дискредитирует НВТН, необходимы в первую очередь конкретные сведения, позволяющие прояснить истинное положение дел.

По мере массового распространения сплит-систем и насыщения ими европейского рынка к концу 1970-х годов задача поиска новых сфер сбыта

становилась всё более актуальной. Поскольку интерес к тепловым насосам наметился уже тогда, идея расширения области применения за счёт создания НВТН, отвечающих европейским требованиям, полностью соответствовала этой задаче.

Понятно, что необходимо было добиться гарантированной надёжности и как можно меньшего падения теплопроизводительности при низких температурах. Для работы в условиях низких температур воздушному тепловому насосу необходимы опции, аналогичные тем, что обеспечивает зимний комплект низкотемпературному кондиционеру. Это, во-первых, подогрев картера компрессора и надёжные средства для удаления из внешнего блока конденсата и наледи и, во-вторых – возможность регулирования интенсивности поглощения тепла теплообменником внешнего блока в зависимости от наружной температуры.

Поскольку оптимальное решение этих задач открывало грандиозный европейский рынок теплоснабжения, идея начала реализовываться не силами какой-то одной компании, а с понятным энтузиазмом была подхвачена всеми наиболее мощными производителями. В результате такой кооперации и появилось множество блестящих фирменных решений, часть из которых достаточно очевидны и понятны, а часть появились в результате основательных исследований, которые не прекращаются и до сих пор и защищены самым надёжным способом защиты интеллектуальной собственности – посредством ноу-хау. Поэтому, вопреки одной из бытующих сегодня незатейливых версий,

***НВТН появились не вследствие нечаянно удачного результата очередной разработки, предназначавшейся для Хоккайдо, какой-то одной фирмы, а вследствие многолетних целеустремлённых усилий всей отрасли в целом. Свидетельством этому служит богатство и многообразие ассортимента НВТН на европейском рынке и продолжительность опыта их успешного применения.***

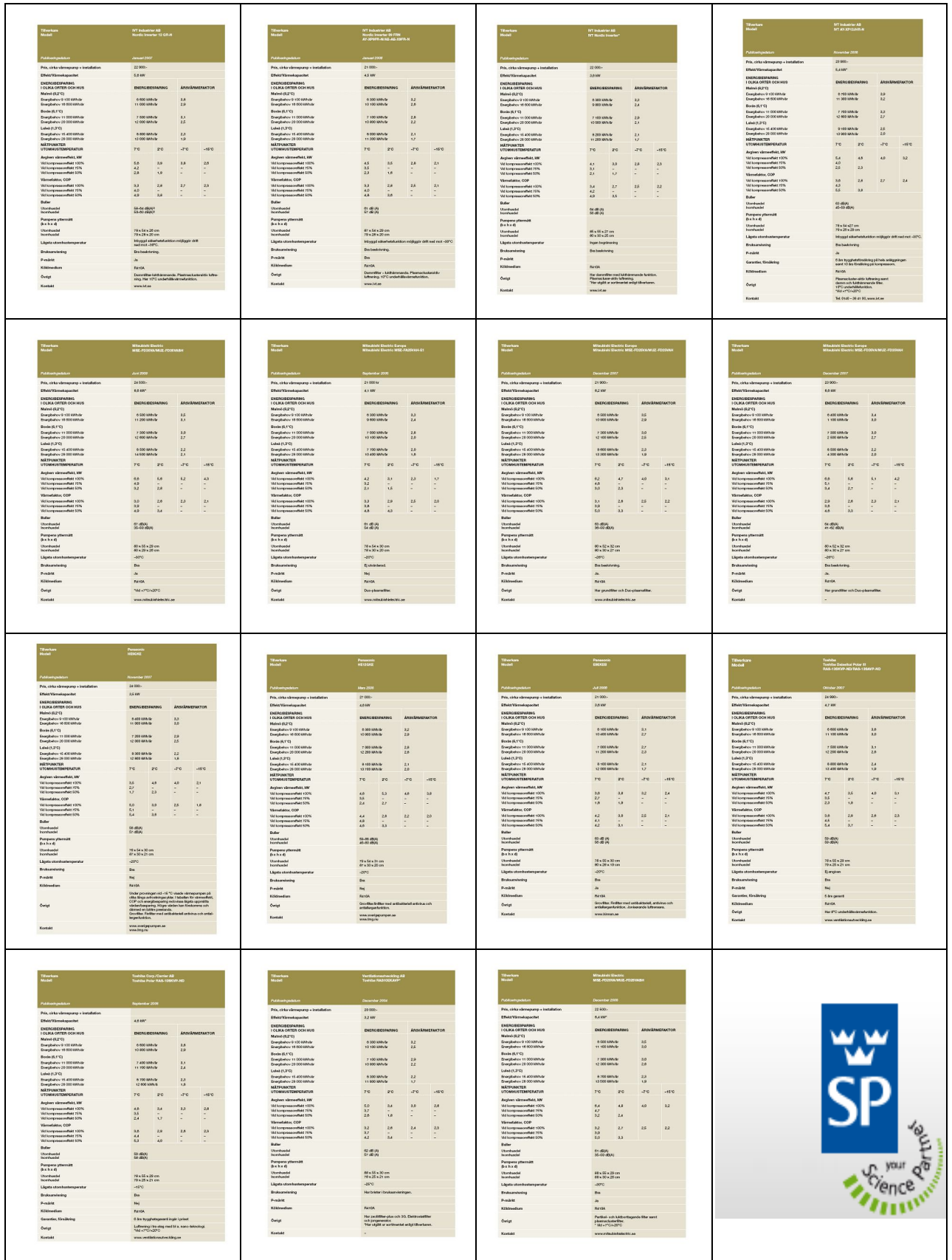
Не вдаваясь здесь в технические аспекты таких непременных атрибутов современных НВТН как интегрированных в сплит-системы инверторов и фреона R410A, можно с уверенностью утверждать, что появление именно этих двух составляющих сыграло существенную роль в нынешнем становлении НВТН. И если R410A – это просто фреон, на котором сегодня работают большинство НВТН, поскольку по совокупности индивидуальных характеристик он наиболее подходит для современных НВТН, то алгоритмы работы инверторов, которыми оборудованы все без исключения современные НВТН, как раз и являются, фирменными ноу-хау. В 2000-х годах появление новых НВТН приобретает тотальный характер, поэтому сегодня в Европе нет уже ни одного заметного бренда, в программе которого не присутствовали бы НВТН.

Если у нас сегодня доступны пока только несколько моделей НВТН - от пары наиболее уважаемых и достаточно амбициозных представителей отрасли, на европейском рынке доступны уже десятки таких моделей от всех наиболее заметных мировых производителей. Только в одном из последних бюллетеней (5), регулярно публикуемых специально для сведения потребителей Шведским Энергетическим Агентством (*Swedish Energy Agency*), представлены официальные технико-экономические характеристики тридцати различных моделей НВТН. На рисунке 1 представлены ***результаты тестирования в период с декабря 2004 по июнь 2009 гг. НВТН, наиболее популярных в этот период в Швеции.***

Помимо общей технической информации и установочной стоимости, приведены официальные данные, полученные в процессе испытаний – потенциально возможного ежегодного энергосбережения для типичных типов частных домов в различных климатических зонах Швеции, теплопроизводительности и COP при различных наружных температурах при полной и частичной (75% или 50%) загрузке НВТН, указывается также и ***минимальная рабочая температура.***

Для шестнадцати моделей НВТН эта температура -20 °С, для шести -30 °С, по две имеют минимальную температуру -26 °С и -25 °С, по одной -17 °С и -15 °С и





**Рис.1** Резултаты тестирования наиболее популярных в Швеции НВТН воздух-воздух

*Ввиду отсутствия у нас практики обсуждения НВТН по существу, появившиеся сегодня образцы этой техники подсознательно ассоциируют с традиционными сплит-системами 1970-х годов, с которыми внешне они максимально схожи.<sup>1</sup>*

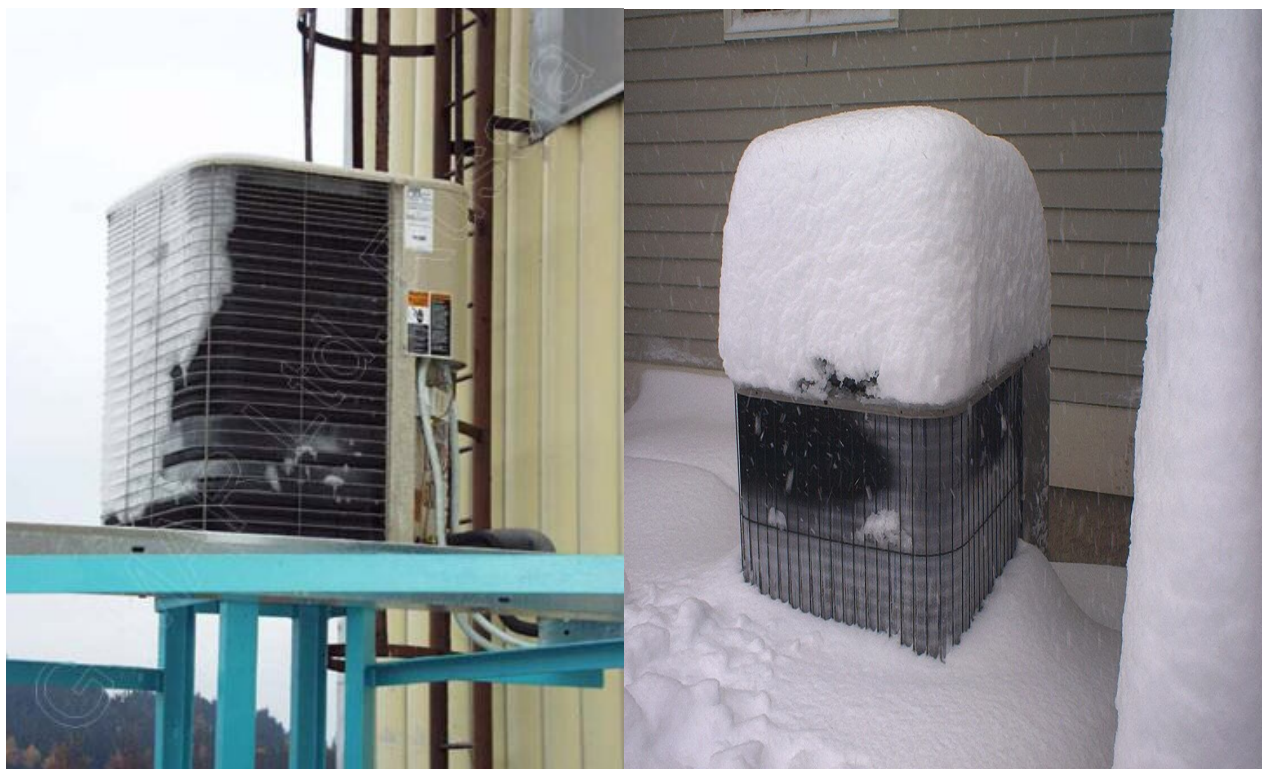
*Поэтому и от современных НВТН подспудно ожидают тех же неприятностей, которые возникали в случае нештатной эксплуатации традиционных сплит-систем – при более низкой, чем это разрешалось производителями, температуре.*

На это важно заметить, что, во-первых,

*поскольку технические средства, обеспечивающие НВТН необходимыми им дополнительными опциями, визуально, как правило, никак не фиксируются, это существенно усложняет идентификацию НВТН по внешним признакам и становится причиной отмеченного заблуждения,*

а во-вторых, появившиеся у нас сегодня НВТН анонсированы для работы на обогрев всего лишь до  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При этом на нашем рынке давно уже присутствуют *гораздо более низкотемпературные образцы воздушных тепловых насосов*, которые никогда, кстати, не позиционировались поставщиками в этом качестве. Поскольку они имеют значительно более низкий предел работы на обогрев – до  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$  (6) и даже до  $-34,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (7), очевидно, что

*повод для возникновения проблемы опасений – не более чем эмоциональный.*



а

б

*Рис. 2 НВТН американских производителей: а) HP40 – от LENNOX с нижним пределом работы на обогрев до  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$  и б) 38YCC – от CARRIER – до  $-34,4\text{ }^{\circ}\text{C}$*

<sup>1</sup> Использование этих систем на обогрев являлось тогда дополнительной опцией и ограничивалось температурами, близкими к температуре т.н. переходных периодов – непродолжительных промежутков времени перед началом и сразу после окончания отопительного сезона.

Отсутствие у нас до сих пор должного интереса к этим машинам от основоположников, т.с., жанра – американских производителей, является, по-видимому, следствием недостаточной осведомлённости потребителей из-за отсутствия соответствующих усилий по продвижению этих моделей.



Указания на то, что в Норвегии для теплоснабжения следует выбирать непременно инверторный тепловой насос, работающий непременно на фреоне R410A, содержат официальные рекомендации по выбору теплового насоса, размещённые на крупнейшем национальном портале [www.hytte.no](http://www.hytte.no) (8), посвящённом коттедтам. Здесь же приводится и обширная подборка из десятков конкретных моделей таких НВТН (9) - рисунок 3.

Eurovent fall R410 inverterpumper												
Model Designation	R410A	Pe	Pref	EER	Ph	Phn	COP	MPS	Outdoor env. in/out	Lw indoor side env. in/out	Mounting	S
Outdoor												
Indoor unit												
WG107OC	WG107CE	2.05	0.75	2.73	2.14	0.98	3.15	235-150	54	41	W	
WG109OC	WG109CE	2.84	0.92	2.97	2.20	0.93	3.00	230-150	64	42	W	
WG110OC	WG110CE	3.82	1.24	2.94	3.01	1.21	3.19	235-150	84	44	W	
WG118OC	WG118CE	5.28	1.65	2.71	3.01	1.60	3.06	230-150	82	44	W	
WG120OC	WG120CE	7.03	2.07	2.63	2.92	2.01	2.89	230-150	95	43	W	
CGW100B0H	EXW100B0H	2.2	0.73	3.01	3.1	0.91	3.02	230-150	55	47	W	
CGW110B0H	EXW110B0H	2.8	0.98	2.91	3.1	1.02	2.90-55	55	49	W		
CGW1100B0H	EXW1100B0H	3.8	1.2	3	4.8	1.48	3.24	230-150	65	49	W	
Carrier												
Model Designation	R410A	Pe	Pref	EER	Ph	Phn	COP	MPS	Outdoor env. in/out	Lw indoor side env. in/out	Mounting	S
Outdoor												
Indoor unit												
38FLS-070	42H2V070	2.23	0.84	2.81	2.36	0.79	3.41	230-150	68A	45A	W	
38FLS-070	42H2V070	2.28	0.85	2.98	2.43	0.72	3.36	230-150	69	45	W	
38FLS-070	42H2V070	2.29	0.85	2.98	2.43	0.72	3.36	230-150	69	45	W	
38FLS-090	42H2V090	2.81	1.01	2.49	2.78	0.94	3.26	230-150	58	48	W	
38FLS-090	42H2V090	2.81	1.01	2.49	2.78	0.94	3.26	230-150	58	48	W	
38FLS-090	42H2V090	2.81	1.01	2.49	2.78	0.94	3.26	230-150	58	48	W	
38FLS-120	42H2V120	3.73	1.03	2.84	2.88	0.89	3.35	230-150	58	44	W	
38FLS-120	42H2V120	3.73	1.03	2.84	2.88	0.89	3.35	230-150	58	44	W	
38FLS-120	42H2V120	3.73	1.03	2.84	2.88	0.89	3.35	230-150	58	44	W	
38FLS-150	42H2V150	5.09	1.22	2.19	3.33	1.15	3.02	230-150	68	47	W	
38FLS-150	42H2V150	5.09	1.22	2.19	3.33	1.15	3.02	230-150	68	47	W	
38FLS-150	42H2V150	5.09	1.22	2.19	3.33	1.15	3.02	230-150	68	47	W	
38FLS-180	42H2V180	6.02	1.88	2.87	3.58	1.03	3.05	230-150	68	47	W	
38FLS-180	42H2V180	6.02	1.88	2.87	3.58	1.03	3.05	230-150	68	47	W	
38FLS-180	42H2V180	6.02	1.88	2.87	3.58	1.03	3.05	230-150	68	47	W	
38FLS-240	42H2V240	8.14	2.35	2.61	3.21	1.11	3.15	230-150	68	48	W	
38FLS-240	42H2V240	8.14	2.35	2.61	3.21	1.11	3.15	230-150	68	48	W	
38FLS-240	42H2V240	8.14	2.35	2.61	3.21	1.11	3.15	230-150	68	48	W	
38FLS-240	42H2V240	8.14	2.35	2.61	3.21	1.11	3.15	230-150	68	48	W	
38FLS-300	42V10000	9.2	2.9	2.6	2.9	0.96	3.06	230-150	88	48	W	LIS
38FLS-300	42V10000	9.2	2.9	2.6	2.9	0.96	3.06	230-150	88	48	W	LIS
38FLS-300	42V10000	9.2	2.9	2.6	2.9	0.96	3.06	230-150	88	48	W	LIS
38FLS-360	42V10024	11.2	3.24	2.52	3.2	1.0	3.00	230-150	88	48	W	LIS
38FLS-360	42V10024	11.2	3.24	2.52	3.2	1.0	3.00	230-150	88	48	W	LIS
38FLS-360	42V10024	11.2	3.24	2.52	3.2	1.0	3.00	230-150	88	48	W	LIS
38FLS-480	42V10058	15.1	3.21	2.52	3.2	1.0	3.00	400-80	72	48	W	LIS
38FLS-480	42V10058	15.1	3.21	2.52	3.2	1.0	3.00	400-80	72	48	W	LIS
38FLS-480	42V10058	15.1	3.21	2.52	3.2	1.0	3.00	400-80	72	48	W	LIS
38FLS-120	400R012	3.05	1.25	2.44	3.35	1.08	3.1	230-150	58	47	C	
38FLS-150	400R015	4.82	1.87	2.91	3.58	2.02	2.99	230-150	68	46	C	
38FLS-240	400R024	9.28	3.29	2.61	3.2	2.0	2.97	230-150	88	48	C	
38FLS-360	400R036	15.9	5.07	2.61	3.2	2.0	2.97	400-80	72	48	C	
38FLS-360	400R036	15.9	5.07	2.61	3.2	2.0	2.97	400-80	72	48	C	
38FLS-360	400R036	15.9	5.07	2.61	3.2	2.0	2.97	400-80	72	48	C	
38FLS-480	400R048	26.8	8.21	2.4	3.2	2.0	2.97	400-80	72	48	C	
38FLS-480	400R048	26.8	8.21	2.4	3.2	2.0	2.97	400-80	72	48	C	
38FLS-480	400R048	26.8	8.21	2.4	3.2	2.0	2.97	400-80	72	48	C	
38FLS-090	40U0090	3.35	1.07	2.2	2.7	1.1	3.17	230-150	68	47	B	
38FLS-120	40U0120	2.82	1.05	2.09	3.13	1.15	3.17	230-150	68	48	B	
38FLS-150	40U0150	3.11	2.04	2.2	2.4	2.03	3.00	230-150	68	48	B	
38FLS-240	40U0240	5.84	2.19	2.71	3.02	2.03	2.97	230-150	68	48	B	
38FLS-360	40U0360	7.49	1.35	2.45	3.59	2.03	2.95	230-150	68	48	B	
38FLS-360	40U0360	7.49	1.35	2.45	3.59	2.03	2.95	230-150	68	48	B	
38FLS-480	40U0480	10.4	1.35	2.45	3.59	2.03	2.95	400-80	71	48	B	
38FLS-480	40U0480	10.4	1.35	2.45	3.59	2.03	2.95	400-80	71	48	B	
Rated Performance for refrigerant line length of 7.5 m												

Рис.3 НВТН воздух-воздух, рекомендуемые для теплоснабжения в Норвегии

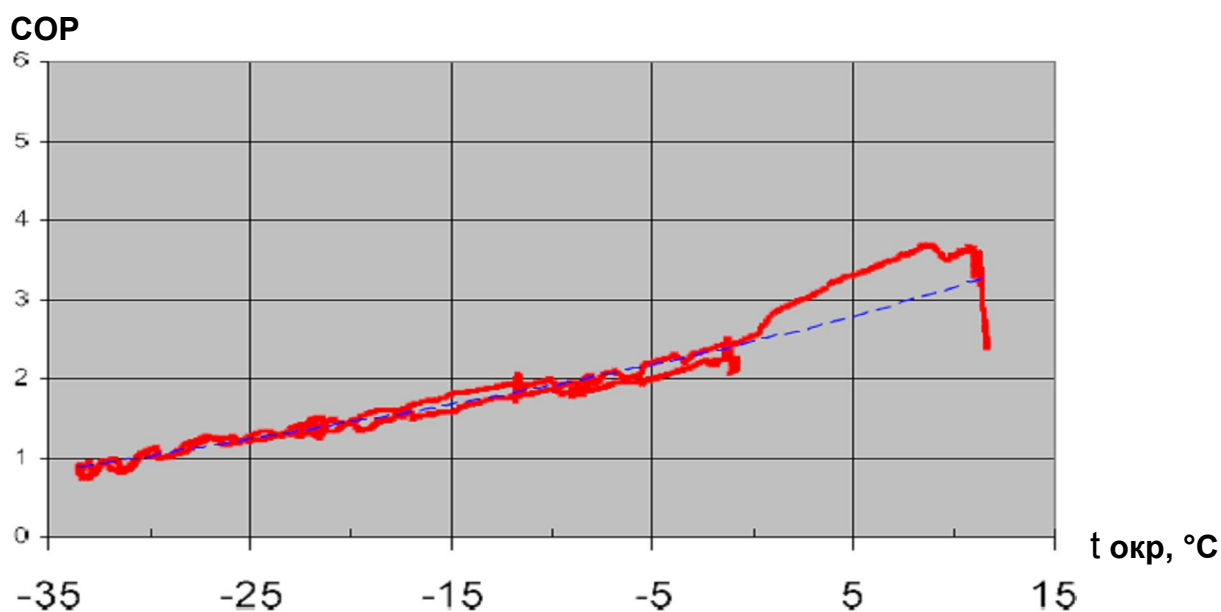
Характерно, что в данной подборке, взятой непосредственно с сайта Евровент (10) - исследовательского центра, где проходят обязательную сертификацию НВТН, попадающие на европейский рынок, не указаны параметры НВТН при предельно низких температурах, без которых никак обхождение темы у нас не просто немислимо. И здесь мы подходим к центральной проблеме обсуждения. Хотя массовое использование НВТН у нас практически ещё не началось, потенциально заинтересованным соискателям уже хорошо известно о том, что с понижением наружной температуры эффективность воздушных тепловых насосов падает, а само использование этой техники также ограничено неким температурным минимумом. Вот только реальные значения этих температур пока что никому неизвестны.

Поскольку у нас нигде официально не публиковались и никогда не озвучивались **значения минимальных температур, при которых современные НВТН сохраняют работоспособность и обеспечивают целесообразность применения,**

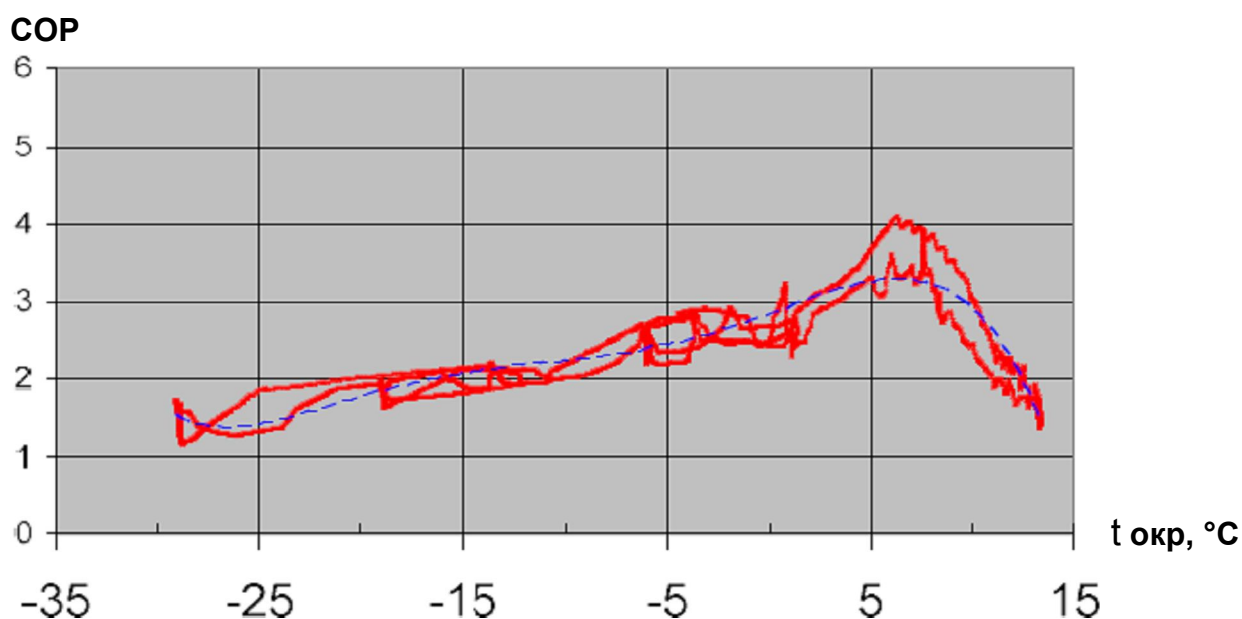
**в распоряжении потенциально заинтересованных потребителей до сих пор отсутствуют основные аргументы, необходимые для принятия обоснованно ответственного решения по установке этой совершенно новой незнакомой для нас техники.**

Реальные графики зависимости коэффициента энергоэффективности COP от наружной температуры типичных современных НВТН, полученные в Центре Прикладных Научных Исследований *VTT (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus)* в Финляндии представлены на рисунке 4.

**Рис.4 Зависимость COP современных НВТН от наружной температуры**

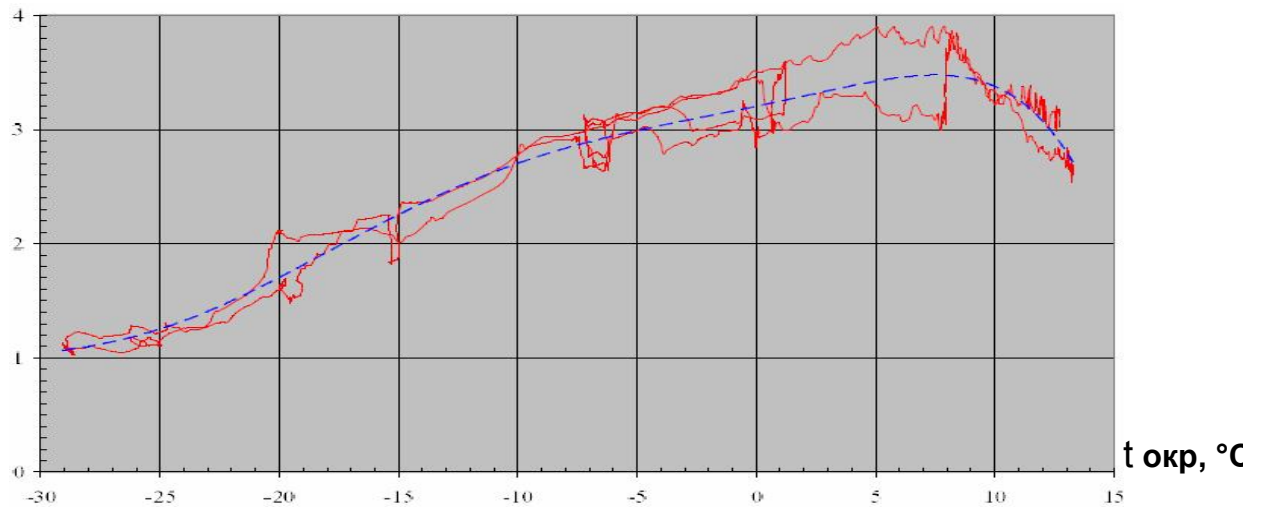


**а) «ординарного» европейского бренда AWI25AHL+AEI25AH китайской сборки; минимальная наружная температура не заявлена**



**б) «продвинутого» японского бренда MSZ-FD25VA+MUZ-FD25VABH тайландской сборки; минимальная наружная температура – 25 °C**

## COP



**в) НВТН воздух-вода: внешний блок АОУА24LALL - Япония + гидромодуль WSYA080DA с двумя дополнительными электронагревателями – Франция; минимальная наружная температура -20 °С**

Несмотря на индивидуальные различия на всех трёх графиках очевидны интересные нас общие принципиальные закономерности.

***Нижняя граница использования современных НВТН, как и предел их энергетической целесообразности - когда значения COP  $\geq 1$  лежат в районе -30 °С и даже ниже.***

Достаточность этих параметров для успешного применения НВТН в климатических условиях России ранее была обоснована теоретически и после успешных натурных испытаний доказана практически (11), а приведённые выше сведения позволяют резюмировать, что ***инверторные НВТН на R410A вполне приемлемы для теплоснабжения в России.***

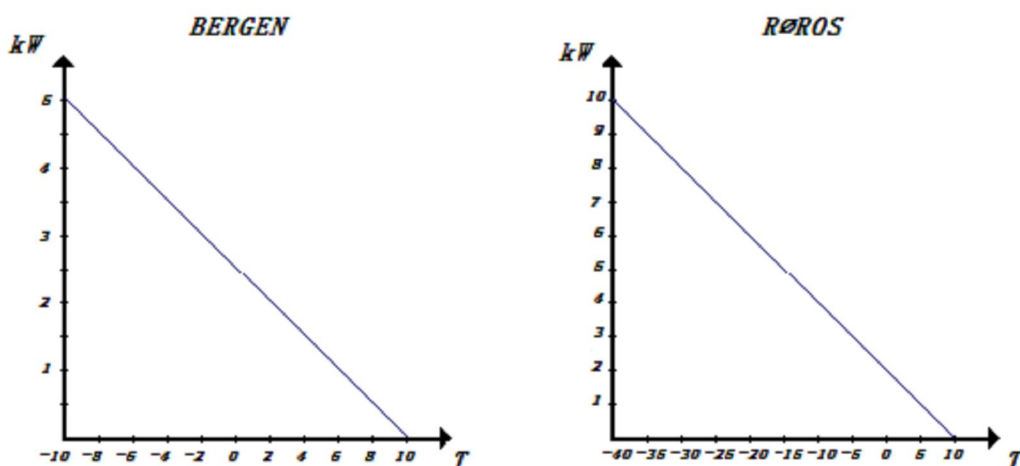




**Наибольший ущерб для объективного восприятия темы несёт сформулированное буквально прямолинейное суждение о том, что раз с понижением наружной температуры происходит уменьшение производительности НВТН, использование их в России рационально только в регионах, близких к месту проведения Олимпиады 2014 г.**

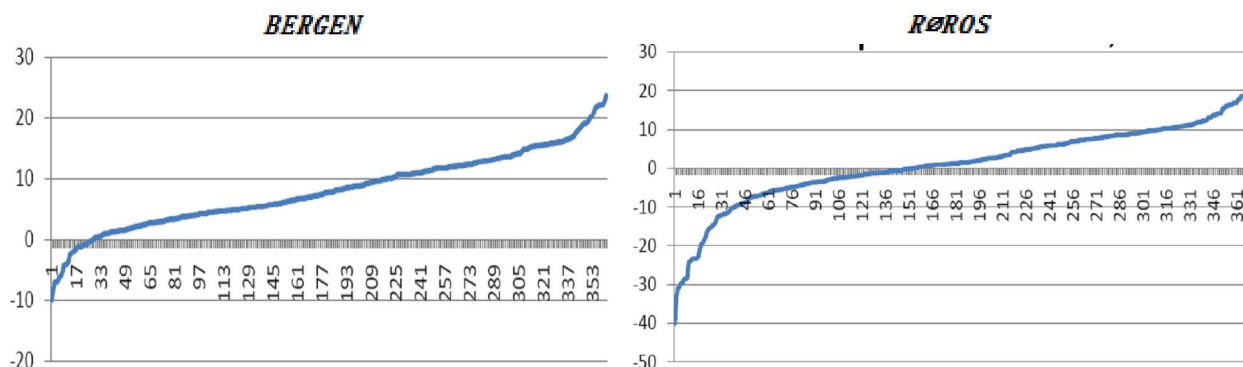
То, что на самом деле на этот счёт справедливо абсолютно противоположное заключение наглядно подтверждает опубликованное в прошлом году в Норвегии исследование (12). В исследовании сравнивалась экономия, достигаемая теплоснабжением НВТН воздух-воздух в наиболее тёплом населённом пункте Норвегии – Берген (*Bergen*) с расчётной температурой  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (как, например, в с. Псху, Абхазия) и в наиболее холодном - Рёрос (*Røros*) с расчётной температурой  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (как, например, в г. Красноярске). В качестве испытуемого объекта рассматривался деревянный дом с отопляемой площадью  $115\text{ м}^2$  и с окнами площадью  $12\text{ м}^2$  с двойным остеклением.

Отопительный сезон начинается в Норвегии, когда осенью температура опускается ниже  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$  и длится до тех пор, пока весной температура не станет выше  $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для простоты расчетов считают, что отопительный сезон длится пока температура воздуха ниже  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Поэтому графики тепловых потерь рассматриваемого объекта для обоих регионов выглядят так как показано на рисунке 5.



**Рис. 5** Графики зависимости потребности испытуемого объекта в тепле

Температурные кривые с указанием продолжительности температурных градаций, более детально характеризующие климат обоих регионов, представлены на графиках рисунка 6.



**Рис.6** Температурные кривые

А отопительные графики теплоснабжения НВТН воздух-воздух представлены на рисунке 7.

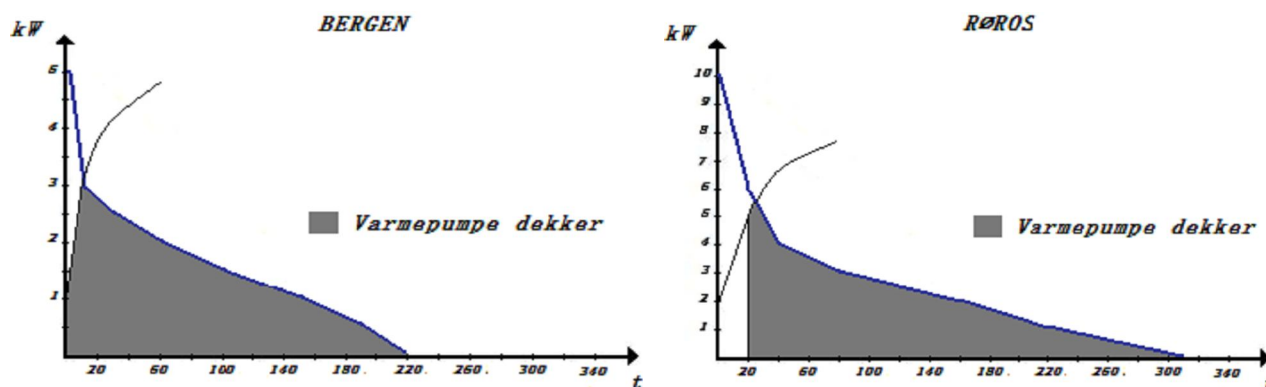


Рис.7 Отопительные графики

Площадь окрашенной области под кривой отопительного графика соответствует количеству тепла, которое в состоянии поставить НВТН, неокрашенной – тепла, которое необходимо обеспечить дополнительным источником. Дополнительный источник тепла целесообразно привлекать к теплоснабжению с момента, когда теплопроизводительность НВТН падает настолько, что перестаёт обеспечивать ощутимый вклад в теплоснабжение.

Для оценки эффективности теплоснабжения тепловым насосом существует параметр **SPF (Seasonal Performance Factor)** – сезонный коэффициент энергоэффективности или **сезонный COP** который представляет собой отношение общего количества тепла  $Q_{tot}$ , полученного за определённый период времени, к суммарным энергозатратам  $\sum P_w$  на получение этого тепла:

$$SPF = \frac{Q_{tot}}{\sum P_w}$$

Экономия энергии  $\Delta E_{tot}$ , кВтч выразится следующим образом:

$$\Delta E_{tot} = Q_{tot} * \left(1 - \frac{1}{SPF}\right),$$

а результаты расчётов для выбранных норвежских городов выглядят так:

	BERGEN	RØROS
<b>Средняя температура, ° C</b>	<b>7,58</b>	<b>0,32</b>
<b>SPF</b>	<b>3,1</b>	<b>1,8</b>
<b>Энергопотребление, кВтч</b>	<b>8820,72</b>	<b>17489,65</b>
<b>Вклад теплового насоса, кВтч</b>	<b>7524,00</b>	<b>13740,00</b>
<b>Экономия энергии,</b>	<b>кВтч</b>	<b>5096,90</b>
	<b>%</b>	<b>100</b>
		<b>6106,67</b>
		<b>119,8</b>

Мы видим, что для рассматриваемого случая в гораздо более холодном регионе даже при гораздо меньшем **SPF** НВТН способен сэкономить почти на 20% больше, чем в более тёплом - за счёт большей продолжительности отопительного периода, а соответственно и периода, подходящего для использования НВТН<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Реакция рынка на эту закономерность отмечалась в (1).

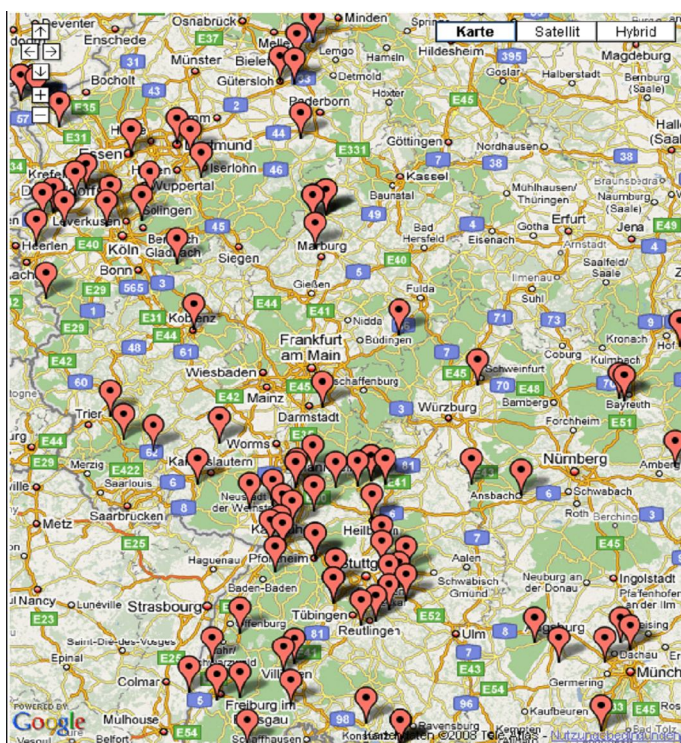
**Расчёт показывает, что наилучшим условием для использования НВТН, при котором свои преимущества они проявляют оптимальным образом, является более длительный отопительный период, свойственный регионам с более холодным климатом.**

И, наконец, последнее сомнение, с которым приходится сталкиваться при обсуждении перспективы использования теплового насоса – это якобы недостаточная эффективность НВТН для теплоснабжения в России по сравнению с грунтовыми тепловыми насосами (ГТН), эффективность которых признаётся абсолютно приемлемой. Однако, ввиду чрезвычайно высокой стоимости установки ГТН, широкого распространения они пока у нас не получили. По сведениям фирм, продвигающих ГТН, их реальным обладателем становится только один из нескольких десятков заинтересованных, в то время как перспектива НВТН, которые сегодня так успешно вытесняют ГТН, даже не обсуждается. И если

**в Северных Странах доля ГТН снизилась уже до: 19% - в Швеции и Эстонии, 12,5% - в Финляндии и 4% в - Норвегии (1), то из двух миллионов тепловых насосов, устанавливаемых ежегодно в США, на грунтовые приходится только чуть более 2% (13).**

**Причиной же полного отсутствия интереса к НВТН у нас является явное преувеличение энергетического превосходства грунтовых тепловых насосов по отношению к воздушным.**

Поскольку конкретных исследований на этот счёт у нас пока не проводилось, а суждение основывается просто на буквальном сравнении коэффициентов преобразования COP, для предметной ориентировочной оценки объективности такого преувеличения можно воспользоваться данными грандиозного эксперимента „WP-Effizienz“, проводимого в настоящий момент в Германии под техническим руководством Фраунгоферовского Института.



**Карта расположения объектов проекта „WP-Effizienz“**

С марта 2007 года силами семи производителей: *Alpha-InnoTec, Bosch Thermotechnik, Hautech, NIBE, Stiebel Eltron, Vaillant и Viessmann*, двух сервисных компаний *EnBW* и *E.ON* и *Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie* (Федеральным Министерством Экономики и Технологий Германии) финансируются натурные испытания различных типов тепловых насосов. Испытания проводятся с целью выяснения реальной эффективности систем теплоснабжения с тепловыми насосами различных типов на более чем на 100 объектах, практически равномерно расположенных по всей территории Германии.

Предметом исследований является скрупулёзное выяснение *SPF*, который в этом случае в общем виде выражается как:

$$SPF = \frac{Q_{Om} + Q_{ГВС}}{E_{компр} + E_{H/в} + E_{Эн}}$$

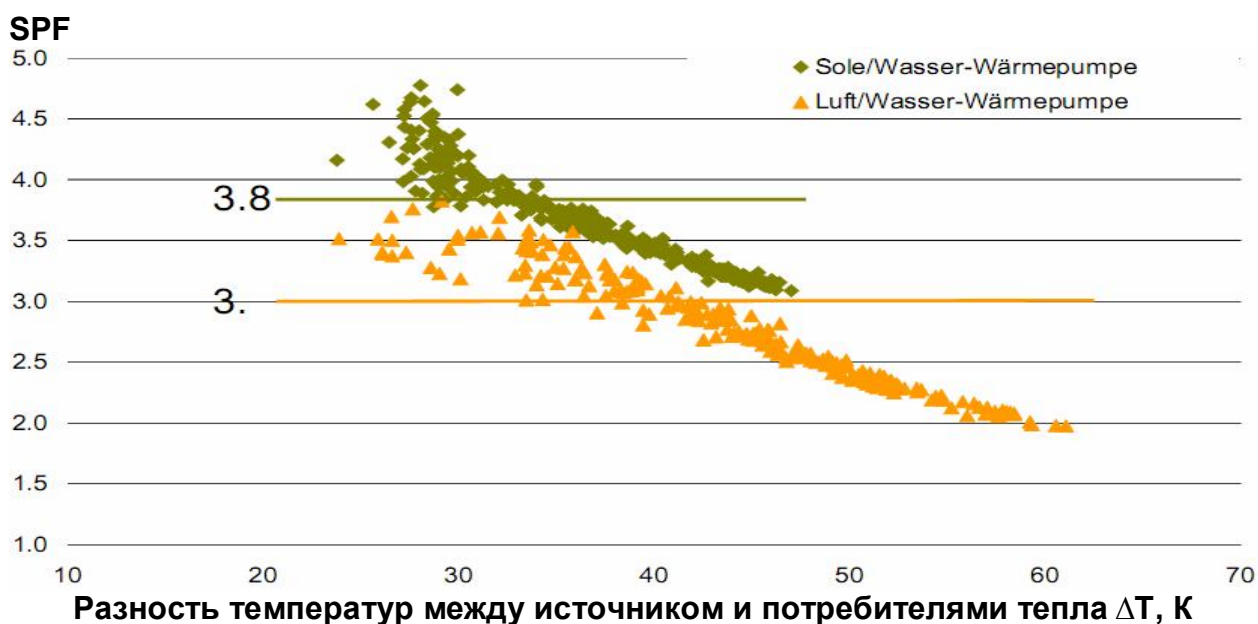
где  $Q_{Om}$  и  $Q_{ГВС}$  – количество тепла на отопление и ГВС,

$E_{компр}$  – энергозатраты компрессора,

$E_{H/в}$  – энергозатраты насосов и вентиляторов контура испарителя,

$E_{Эн}$  – энергозатраты дополнительного электронагревателя

С начала эксперимента *SPF* подсчитывается ежемесячно для каждого из исследуемых объектов. Окончание эксперимента и подведение окончательных итогов планируется летом 2010 г. Промежуточные результаты по итогам всех предварительных этапов испытаний публикуются регулярно. В одном из последних опубликованных отчётов (14) приведены средние значения *SPF*, подсчитанные почти за три года испытаний для систем теплоснабжения с тепловыми насосами воздух-вода и соляной раствор-вода или попросту – грунтовыми. Эти данные показаны на графике рисунка 6.



**Рис. 6 средние текущие значения SPF по результатам испытаний**

◆ - SPF тепловых насосов грунт (соляной раствор)- вода

▲ - SPF тепловых насосов воздух-вода

Из графиков видно, что среднее за период испытаний значение сезонного коэффициента энергоэффективности для систем теплоснабжения с грунтовыми тепловыми насосами  $SPF_g=3,8$ , а для систем с тепловыми насосами воздух-вода

$SPFa=3,0$ , что прекрасно согласуется с официальной статистикой (15)<sup>3</sup>. Процент экономии от эксплуатации таких систем выразится как:

$$E = \left(1 - \frac{1}{SPF}\right) \times 100\%,$$

что для грунтовых тепловых насосов составит:

$$Eg = \left(1 - \frac{1}{3,8}\right) \times 100\% = 73,68\%,$$

а для тепловых насосов воздух-вода:

$$Ea = \left(1 - \frac{1}{3,0}\right) \times 100\% = 66,67\%.$$

При этом

**выигрыш от выбора в пользу грунтовых тепловых насосов по отношению к воздушным в процентном отношении составляет:**

$$\left(\frac{Eg - Ea}{Ea}\right) \times 100\% = 10,53\%.$$

**Это и есть то значение, которое следует учитывать как при выборе типа теплового насоса, так и при расчёте экономии и срока окупаемости этого выбора.**

Ввиду отсутствия аналогичных отечественных данных, с определённой степенью достоверности можно в качестве ориентировочных рассматривать полученные с немецкой педантичностью данные „*WP-Effizienz*“. По крайней мере - для той большей части европейской территории России, для которой уместна хотя бы формальная аналогия с климатом Германии.

Для особо холодных регионов - Крайнего Севера, да и просто Заполярья для НВТН можно ориентироваться хотя бы на **значение  $SPF=1,8$** , полученное в описанном выше исследовании, а вот для грунтовых тепловых насосов, безусловно, требуются дальнейшие более тщательные уточнения.

## ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Суслов А.В. О востребованности, работоспособности и окупаемости воздушных тепловых насосов в условиях России// Холодильная Техника. 2009. № 12
2. [http://www.mir-klimata.com/archive/number57/article/num\\_06/](http://www.mir-klimata.com/archive/number57/article/num_06/)
3. <http://www.m-2.ru/news/03/08/2009/562949968310126.shtml?print>
4. [http://www.climatexpo.ru/files/science/pdf/2009/felix\\_12.pdf](http://www.climatexpo.ru/files/science/pdf/2009/felix_12.pdf)
5. [http://www.swedishenergyagency.se/WEB%5CSTEMFe01e.nsf/V\\_Media00/C12570D10037720FC12574E5003D72B1/\\$file/luftluft.pdf](http://www.swedishenergyagency.se/WEB%5CSTEMFe01e.nsf/V_Media00/C12570D10037720FC12574E5003D72B1/$file/luftluft.pdf)
6. <http://webmanuals.lennox europe.com/Out%20of%20Production/Rooftop/HP%20HS%20Series/EngineeringHandbookHP40.pdf>
7. <http://www.xpedio.carrier.com/idc/groups/public/documents/techlit/38ycc-c7pd.pdf>
8. <http://www.hytte.no/varmepumper.html>
9. [http://www.hus.no/pdf/eurovent\\_inverter.pdf](http://www.hus.no/pdf/eurovent_inverter.pdf)
10. <http://www.eurovent-certification.com/>
11. Суслов А.В. Применение воздушных тепловых насосов в условиях холодного климата// Аква-Терм. 2009. № 3
12. [http://www.ivt.ntnu.no/ept/fag/tep4150/innh09/Engan\\_Authen\\_Varmepumpe\\_2009.pdf](http://www.ivt.ntnu.no/ept/fag/tep4150/innh09/Engan_Authen_Varmepumpe_2009.pdf)
13. <http://www.geothermalheatpumpmarket.com/LinkClick.aspx?fileticket=gS0ycnspVbc%3d&tabid=126>
14. [http://www.wp-im-gebaeudebestand.de/download/wp-in-bestandsgebaeuden\\_russ\\_090130.pdf](http://www.wp-im-gebaeudebestand.de/download/wp-in-bestandsgebaeuden_russ_090130.pdf)
15. [http://www.heatpumpcentre.org/About\\_heat\\_pumps/Heat\\_sources.asp](http://www.heatpumpcentre.org/About_heat_pumps/Heat_sources.asp)

<sup>3</sup> Отметим также близость среднего по Германии значения  $SPF$  НВТН с  $SPF$  НВТН для наиболее тёплого н/п Норвегии.