

Строительные нормы и правила. Стандарты интегральных характеристик энергетической эффективности для жилых зданий. Мониторинг интегральных характеристик энергетической эффективности и их вычисление.

Доктор технических наук Дзинтарс Яунземс

Содержание

- Основанные на эффективности требования, предусмотренные в строительных нормах и правилах
- Детальная оценка требований к энергоэффективности
- Требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
- Выводы

Основанные на энергоэффективности требования в строительных нормах и правилах

Развитие во времени

- В Европе около 40% существующего жилищного фонда было создано до 1960-х годов, в то время, когда требования энергетического кодекса в области строительства были минимальными (BPIE, 2011).
 - И только после повышения цен на нефть в 1970-х годах ряд государств-членов ввел требования к тепловым характеристикам в своих строительных нормах и правилах, за исключением ряда Скандинавских стран, которые включили такие требования в свои строительные нормы и правила с середины 1940-х годов.
-

Развитие во времени

- По оценкам новые жилые здания в странах Европы потребляют в среднем приблизительно на 60% меньше энергии по сравнению со зданиями, построенными до середины 1970-х годов (World Bank, 2010).
 - Таким образом, исключительно важным является обязательное выполнение требований к энергоэффективности в процессе модернизации зданий.
-

Детальная оценка требований к энергоэффективности

Источник: Energy performance requirements for buildings in Europe. BPIE, 2012.

Основанные на энергоэффективности требования к новым зданиям

	Single Family Houses	Apartment Blocks	Offices
AT	H: 66 kWh/m ² a	H: 66 kWh/m ² a	H: 22.75 kWh/m ³ a C: 1 kWh/m ³ a
BE - Br	E70		E75
BE - WI	E<100, E _{spec} <170 kWh/m ² a, Overheating<17500 Kh/an	E<100, E _{spec} <170 kWh/m ² a, Overheating<17500 Kh/an	E<100
BE - FI	From 2012, E70 From 2014, E60	From 2012, E70 From 2014, E60	From 2012, E70 From 2014, E60
BG	F:122-146 H&C: 82.5-102.5 kWh/m ² a	F: 90-146 H&C: 50.0-102.5 kWh/m ² a	F: 80-132 H&C: 40.0-82 kWh/m ² a

Основанные на энергоэффективности требования к новым зданиям

	Single Family Houses	Apartment Blocks	Offices
CH	Space heating demand (effective energy): 5 litre heating oil equivalent per m ² (based on MuKE n 2008)		
	H: 54 kWh/m ² a	H: 42 kWh/m ² a	H: 46 kWh/m ² a
CY	A or B category on the EPC scale		
CZ	F: 142 kWh/m ² a	F: 120 kWh/m ² a	F: 179 kWh/m ² a
DE	New buildings must not exceed a defined primary energy demand for heating, hot water and cooling for buildings with the same geometry, net floor space, alignment and utilisation.		
DK	P: 52.5+1650/A kWh/m ² a	P: 52.5+1650/A kWh/m ² a	P: 71.3+1650/A kWh/m ² a
EE	P: 180 kWh/m ² a	P: 150 kWh/m ² a	P: 220 kWh/m ² a

	Single Family Houses	Apartment Blocks	Offices
ES	The energy performance requirements is not expressed in units of kWh/m ² a		
FI	This is based on thermal transmittance (heat loss) measured in units of W/K. For a single		
FR-H1	P _{FF} : 130 kWh/m ² a P _{ESH} : 250 kWh/m ² a	P _{FF} : 130 kWh/m ² a P _{ESH} : 250 kWh/m ² a	n/a
FR -H2	P _{FF} : 110 kWh/m ² a P _{ESH} : 190 kWh/m ² a	P _{FF} : 110 kWh/m ² a P _{ESH} : 190 kWh/m ² a	n/a
FR -H3	P _{FF} : 80 kWh/m ² a P _{ESH} : 130 kWh/m ² a	P _{FF} : 80 kWh/m ² a P _{ESH} : 130 kWh/m ² a	n/a

Основанные на энергоэффективности требования к новым зданиям

	Single Family Houses	Apartment Blocks	Offices
ES	The energy performance requirements is not expressed in units of kWh/m ² a		
FI	This is based on thermal transmittance (heat loss) measured in units of W/K. For a single		
FR-H1	P _{FF} : 130 kWh/m ² a P _{ESH} : 250 kWh/m ² a	P _{FF} : 130 kWh/m ² a P _{ESH} : 250 kWh/m ² a	n/a
FR -H2	P _{FF} : 110 kWh/m ² a P _{ESH} : 190 kWh/m ² a	P _{FF} : 110 kWh/m ² a P _{ESH} : 190 kWh/m ² a	n/a
FR -H3	P _{FF} : 80 kWh/m ² a P _{ESH} : 130 kWh/m ² a	P _{FF} : 80 kWh/m ² a P _{ESH} : 130 kWh/m ² a	n/a

Основанные на энергоэффективности требования к новым зданиям

	Single Family Houses	Apartment Blocks	Offices
HU	P: 110-230 kWh/m ² a	P: 110-230 kWh/m ² a	P: 132-260 kWh/m ² a
IE	MPEPC = 0.6 & MPCPC = 0.69	MPEPC = 0.6 & MPCPC = 0.69	MPEPC & MPCPC should not exceed 1
IT	Regulations for new buildings are based on a set limit for heating, DHW, cooling and lighting		
LT	Min Class C buildings: 80 kWh/m ² a for buildings over 3000 m ² , 100 kWh/m ² a for buildings under 3000 m ²		
LV	No performance requirements are set		

Основанные на энергоэффективности требования к новым зданиям

	Single Family Houses	Apartment Blocks	Offices
MT	No performance requirements are set		
NL	P: 68388-68552 MJ/a	P: 35595-36855 MJ/a	
NO	N: 120-173 kWh/m ² a	N: 115 kWh/m ² a	N: 150 kWh/m ² a
PL	F: 142 kWh/m ² a H&C: 108 kWh/m ² a	F: 123 kWh/m ² a H&C: 99 kWh/m ² a	F: 174 kWh/m ² a H&C: 183 kWh/m ² a
PT	P: 203 kWh/m ² a F: 80 kWh/m ² a	P: 203 kWh/m ² a F: 80 kWh/m ² a	P: 407 kWh/m ² a F: 122 kWh/m ² a

Основанные на энергоэффективности требования к новым зданиям

	Single Family Houses	Apartment Blocks	Offices
PT	P: 203 kWh/m ² a F: 80 kWh/m ² a	P: 203 kWh/m ² a F: 80 kWh/m ² a	P: 407 kWh/m ² a F: 122 kWh/m ² a
RO	No performance-based requirements are set		
SE	F _E : 55-95 F _{NE} 110-150 kWh/m ² a	F _E : 55-95 F _{NE} 100-140 kWh/m ² a	F _E : 55-95 F _{NE} 100-140 kWh/m ² a
SI	P: 170-200 H&C: 50 kWh/m ² a	P: 170-200 H&C: 50 kWh/m ² a	P: 163-180 kWh/m ² a for so
SK	P: 80-160 H&C 42-86 kWh/m ² a	P: 63-126 H&C: 27-53 kWh/m ² a	P: 120-240 H&C: 16-56 kWh/m ² a
UK	17-20 kgCO ₂	16-18 kgCO ₂	Other TER (Target carbon d

Условные обозначения в Таблицах

P:	Первичный источник энергии
F:	Окончательный
N:	Предел общего чистого потребления электроэнергии (включает все количество энергии для освещения и потребления бытовыми электроприборами)
T:	Общее количество отпущенной электроэнергии
H:	Отопление
C:	Охлаждение
H&C:	Отопление и кондиционирование
MPEPC:	Ирландский максимально допустимый коэффициент энергоэффективности
MPCPC:	Ирландский максимально допустимый коэффициент углеродной эффективности
ESH (подпись):	Отопление помещений за счет электроэнергии (включая тепловые насосы)
FF (подпись):	Отопление помещений за счет потребления ископаемого топлива
E (подпись):	Здание с системой электроотопления
NE (подпись):	Здание, отапливаемое без системы электроотопления

Примечания к Таблицам

AT:	На основе общей площади и общего объема здания
BG:	На основе допущения, что $DD=2100$, $A/V=0,2$ для многоквартирных домов, $A/V=0,8$ др., 32% доля остекления для верхнего предела и $DD=330$, $A/V=1,2$, 32% остекления для нижнего предела
CH:	Потребление тепла для эффективного обогрева жилых помещений для здания типовой формы, рассчитанное на основе SIA-норм 380/1:2009
DK:	A обозначает общую обогреваемую площадь в датской формуле, пример 73.1 P при 80 м ² 58 P при 300 м ²
EE:	Обогреваемая площадь
FI:	Для многоквартирного дома с объемом здания 522 м ³ , общая площадь - 163 м ² , и высота между этажами – 3 м.
FR:	H1, H2 и H3 обозначают три основных климатических региона во Франции
IE:	MPEPC и MPCPC обозначают максимально допустимый коэффициент энергоэффективности и максимально допустимый коэффициент углеродной эффективности, используемые в ирландской схеме

Примечания к Таблицам

NO:	В небольших домах, расчетное общее чистое потребление энергии ограничено до обогреваемой площади $120+1600/m^2$.
PL:	На основе формулы $EP_{H+W}=73+\Delta EP$ для $A/V_e < 0.2$; $EP_{H+W}=55+90 A/V_e + \Delta EP$ для $0.2 < A/V_e < 1.05$; $EP_{H+W}=149.5++\Delta EP$ для $A/V_e > 1.05$ для жилых зданий
PT:	Эффективность производства электроэнергии составляет приблизительно 0,30. Для зданий площадью $120 m^2$, максимальное потребление в энергии (в кВтч/ m^2a) составляет 52-117 для отопления, 198 для охлаждения и 38,9 для ГВС
SI:	Требования к 31.12.2014
SK:	На основе допущений в отношении аэродинамического коэффициента температура воздуха внутри помещений, высоты между этажами, скорости воздухообмена смены, градусо-суток и т.д.
UK:	Требования, действующие в Великобритании, основаны на достижении процентного снижения выбросов CO ₂ над условными зданиями одной и той же площади и формы.
SE:	Здания с системой электроотопления, разделенные на три климатические зоны: 95, 75, 55 кВтч/ m^2a

Основанные на энергоэффективности требования, предусмотренные в строительных нормах и правилах

- Очевидно, что были применены различные подходы, и даже в двух странах не были приняты одни и те же подходы. Используется широкий диапазон методов расчета и существуют основные различия в определениях (например, определения первичной и конечной энергии, обогреваемая площадь, коэффициенты конверсии углерода, регулируемая энергия, общая потребность в энергии и т.д.).
- Установление требований строительных норм и правил с юридически обязательными целевыми показателями, как правило основано либо на абсолютном (т.е. не превышающем) значении, обычно выраженном в кВтч/м²а, либо на требовании повышения энергоэффективности в процентах, основанном на эталонном здании аналогичного типа, площади, формы и ориентации.

Основанные на энергоэффективности требования, предусмотренные в строительных нормах и правилах

- В ряде стран (например, в Бельгии) требование к повышению энергоэффективности выражается как необходимость достижения определенного “Е значения” по шкале от 0 до 100, либо по шкале от А+ до G (например, Италия и Кипр). Как правило, указанные требования распространяются на уровни потребляемой теплоты, в то время как в ряде случаев включено больше примеров конечного использования. Также следует отметить, что во многих странах указанные требования распространяются только на определенные типы зданий, и как правило, охватывают только жилищный сектор.

Основанные на энергоэффективности требования, предусмотренные в строительных нормах и правилах

- Большинство методологических процедур применяется в виде компьютерных программ. Только приблизительно в половине стран проводится аккредитация гарантии качества программного обеспечения.
- Приблизительно 50% государств-членов уже внесли изменения в свои методологические процедуры, либо в целях ужесточения требований, достижения большего соответствия стандартам CEN, включения дополнительных технологий и либо для устранения слабых сторон/пробелов в более ранних методологических процедурах Европейской Директивы по энергетическим характеристикам зданий.

Требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

- Также существуют различные нормативные требования в отношении максимального общего коэффициента теплопроводности U , минимальной/максимальной температуры внутри помещений, требования к кратности вентиляции и к КПД котельного агрегата и (или) к установке кондиционирования воздуха.
 - В большинстве стран были введены требования с целью обеспечения минимальных уровней вентиляции внутри зданий. Указанные требования главным образом основаны на скорости метаболизма и деятельности внутри здания. Требования, связанные с вентиляцией, относятся в основном к здоровью, комфорту и производительности; тем не менее, они, безусловно, непосредственно влияют на потребности в энергии.
-

Примеры различных (неисчерпывающих) требований, относящихся к вентиляции в строительных нормах и правилах страны

Австрия

- Механические вентиляционные системы должны быть оснащены системой регенерации тепла при их установке в новых зданиях, либо при их замене в процессе модернизации. В большинстве модернизированных или вновь построенных нежилых зданий максимальное потребление тепловой энергии снижено на $2 \text{ кВтч/м}^3\text{а}$ или $1 \text{ кВтч/м}^3\text{а}$, если не более половины полезной площади обогревается механической вентиляционной системой регенерации тепла.
- В большинстве модернизированных жилых зданий максимально допустимое расчетное потребление тепловой энергии снижено на $8 \text{ кВтч/м}^2\text{а}$.

Примеры различных (неисчерпывающих) требований, относящихся к вентиляции в строительных нормах и правилах страны

Дания

- Механические вентиляционные системы должны соответствовать нижеприведенным требованиям в отношении удельного расхода электроэнергии для транспортировки воздуха:
 - 1800 Дж/м³ в системах с постоянным расходом воздуха
 - 2100 Дж/м³ - максимальный объем воздуха для систем с переменным расходом воздуха
 - 800 Дж/м³ для систем вытяжной вентиляции
 - 1000 Дж/м³ для систем вентиляции для одного жилого дома

Примеры различных (неисчерпывающих) требований, относящихся к вентиляции в строительных нормах и правилах страны

Латвия

- Вентиляционные системы должны быть разработаны и установлены для:
 - защиты здоровья человека с использованием площади в соответствии с ее предназначением
 - обеспечения соответствующего качества воздуха, санитарных требований и стандартов уровня комфортности
 - предотвращения распространения пламени и дыма через вентиляционную систему, а также для предотвращения образования смеси взрывоопасных газов и паров.

Примеры различных (неисчерпывающих) требований, относящихся к вентиляции в строительных нормах и правилах страны

Польша

Вытяжной (нагнетательный) вентилятор:

- Комплексная установка кондиционирования воздуха 1.60
- Простая вентиляционная установка 1.25

Вытяжной вентилятор:

- Комплексная установка кондиционирования воздуха 1.00
- Простая вентиляционная установка 1.00
- Воздушная продувочная установка 0.80

Примеры различных (неисчерпывающих) требований, относящихся к вентиляции в строительных нормах и правилах страны

Испания

Минимальная вентиляция на человека:

- IDA 1: больницы, клиники, лаборатории и дневные стационары → 20 дм³/с
- IDA 2: офисы, библиотеки, музеи, судебные помещения, помещения в учреждениях образования и плавательные бассейны → 12,5 дм³/с
- IDA 3: коммерческие здания, кинотеатры, театры, залы заседаний, помещения гостиниц, рестораны, бары и аналогичные заведения, гимназии и компьютерные помещения → 8 дм³/с
- IDA 4: воздух низкого качества → 5 дм³/с

Примеры различных требований к герметичности в строительных нормах и правилах страны

AT	В зданиях с естественной вентиляцией максимальное n_{50} составляет 3,0. В зданиях с принудительной вентиляцией максимальное n_{50} составляет 1,5.
BE	Значение по умолчанию, составляющее $12 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$, используется в методологии, если не проводится испытание под давлением. Фактический результат испытаний используют в расчетах в случае проведения испытаний
BG	В жилых помещениях с высокой герметичностью $n_{50} < 2,0 \text{ h}^{-1}$, со средней герметичностью $n_{50} = 2,0\text{--}5,0 \text{ h}^{-1}$ и с низкой герметичностью $n_{50} > 5 \text{ h}^{-1}$. В многоквартирных домах с высокой герметичностью $n_{50} < 4,0 \text{ h}^{-1}$, со средней герметичностью $n_{50} = 4,0\text{--}10,0 \text{ h}^{-1}$ и с низкой герметичностью $n_{50} > 10,0 \text{ h}^{-1}$
CY	Не регламентировано в строительных нормах и правилах
CZ	Рекомендованный максимум для зданий общего пользования составляет $4,5 \text{ h}^{-1}$, зданий с низким потреблением энергии – $1,5 \text{ h}^{-1}$ и энергопассивных домов – $0,6 \text{ h}^{-1}$. Для зданий с принудительной вентиляцией без регенерации тепла – $1,5 \text{ h}^{-1}$, с регенерацией тепла – $1,0 \text{ h}^{-1}$
DE	Для зданий с естественной вентиляцией n_{50} составляет $3,0 \text{ h}^{-1}$, и для зданий с принудительной вентиляцией $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$
DK	Герметичность должна составлять более $1,5 \text{ л/с м}^2$, испытано при 50 Па ²⁷

Примеры различных требований к герметичности в строительных нормах и правилах страны

ES	Воздухопроницаемость окон и дверей зависит от климатической зоны. Для зон А и В (Класс 1, 2, 3 и 4) максимальная воздухопроницаемость составляет $50 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$. Для зон С, D и E (Класс 2, 3 и 4) максимальная воздухопроницаемость - $27 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$.
EL	Воздухопроницаемость для эталонного здания принята равной раме $5,5 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$.
EE	Для небольших зданий максимальная воздухопроницаемость составляет $6 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$ (для новых зданий) и $9 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$ (для существующих зданий). Для больших зданий максимальная герметичность составляет $3 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$ (для новых зданий) и $6 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$ (для существующих зданий).
FI	n_{50} равное 2,0, используется для тепловых потерь эталонного здания в строительных нормах и правилах Финляндии. Для Свидетельства об энергоэффективности здания учитывается n_{50} равное 4, если только измеренное значение не отличается. Скорость воздухообмена в новых жилых помещениях должна составлять, как минимум, $0,5 \text{ h}^{-1}$.

Примеры различных требований к герметичности в строительных нормах и правилах страны

FR	Герметичность при давлении 4 Па оболочки здания ограничена до 0,8 м ³ /ч м ² для многоквартирного дома, 1,2 м ³ /ч м ² для других жилых зданий, офисов, гостиниц, зданий учреждений образования и здравоохранения, и 2,5 м ³ /ч м ² для других зданий.
HU	Не регламентировано в строительных нормах и правилах
LT	Для зданий с естественной вентиляцией максимальное n ₅₀ =3 л/ч, для зданий с принудительной вентиляцией максимальное n ₅₀ =1,5 л/ч
LV	Максимальное n ₅₀ в жилых зданиях составляет 3 м ³ /ч м ² , 4 м ³ /ч м ² для общественных зданий, 6 м ³ /ч м ² для промышленных зданий. Для вентилируемых зданий максимальное n ₅₀ - 3 м ³ /ч м ² .
MT	Не регламентировано в строительных нормах и правилах
NL	Для жилых зданий 200 д м ³ /с при 10 Па и для нежилых зданий - 200 д м ³ /с на 500 м ³ при 10 Па
NO	Максимальное n ₅₀ - 3
PT	Для жилых зданий требования составляет 0,6ч-1. Существуют требования для нежилых зданий с принудительной вентиляцией в зависимости от типа использования

Примеры различных требований к герметичности в строительных нормах и правилах страны.

SI	Для зданий с естественной вентиляцией максимальное n_{50} - 3,0, для зданий с принудительной вентиляцией максимальное n_{50} – 2,0
SK	Для многоквартирных домов с окнами высокого качества максимальное n_{50} - 4 ч-1 и для всех других зданий - 2 ч-1. Другие значения применимы к зданиям с окнами с двойным остеклением с уплотнениями и с окнами с одинарным остеклением без уплотнений.
UK	Максимальное $n_{50}=10 \text{ м}^3/\text{ч м}^2$

Выводы: Вентиляция и герметичность

- В большинстве стран введены требования с целью обеспечения минимальных уровней вентиляции внутри зданий.
- Указанные уровни обычно основаны на скорости метаболизма и деятельности внутри здания.
- Требования, относящиеся к вентиляции, главным образом касаются здоровья, комфорта и производительности. Тем не менее, они безусловно непосредственно влияют на потребности в энергии.

Выводы: Вентиляция и герметичность

- Данные требования могут применяться как технические требования к вентиляционным системам (например, вентиляционным системам с регенерацией тепла) или к расчетной скорости вентиляции в определенных зонах зданий.
- Учитывая возрастающее использование систем принудительной вентиляции, требования к мощности вентиляторов в зданиях с низким потреблением энергии становятся все более критическим фактором.
- Например, минимальные требования к удельной мощности вентилятора (обычно выражаемой в Вт/л/с или кВт/м³/с).

Общие выводы

- Значительные различия в подходах, принятых различными странами.
- Для принятия, реализации и обеспечения неукоснительного соблюдения норм и правил требуется проведение строгих процедур органами управления.
- Общепринято, что соблюдение и обеспечение исполнения строительных норм и правил по энергоэффективности осуществляется не столь неукоснительно по сравнению со другими строительными нормами и правилами, такими как целостность конструкции и противопожарная безопасность.

Общие выводы

- Тем не менее, по мере ужесточения требований к энергоэффективности (например, в соответствии с измененным положением в отношении зданий с почти нулевым потреблением энергии Европейской Директивы по энергетическим характеристикам зданий), разрыв между теоретической энергоэффективностью на этапе проектирования здания и фактической энергоэффективностью при его эксплуатации может существенно возрасти.
- Несмотря на то, что энергетические нормы и правила создают исключительно привлекательные возможности для экономического сокращения выбросов CO₂ из зданий, низкий уровень соблюдения указанных норм и правил приведет к эффекту «блокировки» в сокращении выбросов CO₂.
- Если государства-члены ЕС должны в предстоящие годы достичь климатических и экологических целей, связанных со зданиями, важно, чтобы они сосредоточили особое внимание на процедурах контроля и обеспечения их исполнения .

Дзякуй за ўвагу!
