

Международный протокол измерения и верификации показателей эффективности для жилых зданий (IPVM)

Д-р. Алфио Галата (Alfio Galatà)

Международный эксперт: консультант по энергоаудиту зданий

Проект ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь»

Энергетический аудит (ЭА) в сравнении с измерением и валидацией (ИиВ)

- **ЭА** – это методика описания схем энергопотребления в целом и конечными пользователями, а также подготовки рекомендаций по модернизации оболочки здания и(или) инфраструктуры энергопотребления.
ЭА представляет собой основной шаг на пути к комплексному пониманию устойчивости энергетических характеристик реального здания.
- **ИиВ** служит для оценки мер повышения энергоэффективности на основе четких **целевых показателей в числовом выражении**, при этом используются соответствующие стандартные методики расчета энергопотребления и энергосбережения.



ЭА и ИиВ реализуются на основании *комплексного подхода*.

Комплексный подход означает, что естественную систему (в нашем случае здания) и их компоненты/свойства необходимо рассматривать как единое целое, а не группу элементов.

Измерения и валидация (ИиВ)

Эта методика рекомендуется для применения:

- a) проектами, которые осуществляют сбор **необработанных данных по энергопотреблению** с целью получения **достоверных данных по энергопотреблению** и соответствующем **энергосбережении** путем расчетов,
- b) и любыми лицами, заинтересованными в использовании результатов проекта для прогнозирования энергосбережения в других зданиях.

Практически, когда в рамках проекта:

- Речь идет о зданиях, где необходимо провести модернизацию и измерить энергопотребление до и после модернизации;
- Программа повышения энергоэффективности или энергетической модернизации рассматривается как **более актуальная**, учитывая **скромнее** финансовые возможности лиц, принимающих решения;
- При разработке проекта была заложена более важная цель:
 - внедрить **Договор на повышение энергоэффективности (ЕРС)** в качестве финансового инструмента для реализации мер энергосбережения;
 - обеспечить привлекательность для **энергосервисной компании (эско)** инвестиций в **комплексную программу обеспечения энергоэффективности**, которая может стать самокупаемой за счет энергосбережения.

Измерения и валидация (ИиВ)

Определимся с **основным подходом**.

- В строительстве **энергопотребление невозможно точно рассчитать**, если в свое время не были произведены измерения (*прямой метод*), поскольку на оценку оказывают влияние допущения и экстраполирование (*непрямой метод*). Поэтому **результаты энергосбережения - это, по сути, оценка на основе нескольких сценариев развития ситуации**, которые отличаются с точки зрения точности, ограничений и стоимости реализации.

ЗНАЧИТ, НУЖНА СТАНДАРТНАЯ МЕТОДИКА.

Протокол IPVMP, разработанный на международном уровне, на сегодня является **эталонной методикой, используемой при реализации мероприятий в области энергопотребления и энергосбережения.**

Сокращение IPMVP расшифровывается как *Международный протокол измерения и верификации; в протоколе описаны стандартные процедуры, которые позволяют собственникам здания, энергосервисным компаниям и инвесторам проектов по повышению энергоэффективности, например, банкам:*

- **численно выразить** эффективность мер по рациональному использованию энергии и соответствующее энергосбережение;
- **оценить** затраты и финансовые возможности.

IPMVP: Основные термины и понятия

Согласно IPMVP, энергосбережение рассчитывается путем сопоставления энергопотребления для обоих сценариев «до» и «после» реализации мер энергосбережения.

Сценарии:

- до установки оборудования называется исходным уровнем, а период времени для расчета энергопотребления называется исходным периодом.
- после установки оборудования называется уровнем после модернизации или приведенным уровнем, а период времени, за который энергосбережение рассчитывается, называется периодом после модернизации или периодом анализа.

Понятие «меры вмешательства в целях рационального использования энергии» описывает любые «меры энергосбережения», реализуемые в рамках проекта, которые, как ожидается, приведут к энергосбережению.

Меры энергосбережения могут представлять собой или:

- (a) меру, которая стимулирует деятельность конечных пользователей в области потребления энергии, или
- (b) прямое воздействие проекта для сокращения энергопотребления.

Понятие «независимой переменной» учитывает любой фактор, оказывающий существенное влияние на энергопотребление. Факторы разделяются на *обычно изменяемые* и *обычно неизменяемые поправки*.

IPMVP: Основные термины и понятия

Энергосбережение рассчитывается с помощью следующего общего уравнения:

$$\text{Энергосбережение} = [\text{Энергопотребление (исходный период – период анализа)}] \pm \text{Поправки} \\ [\text{обычно изменяемые} \pm \text{обычно неизменяемые}]$$

В контексте **независимой переменной** энергосбережение рассчитывается как разность:

= отсутствия вмешательства: энергопотребление в соответствии с прогнозом на период анализа.

= после вмешательства: энергопотребление в соответствии с измерениями в период анализа.

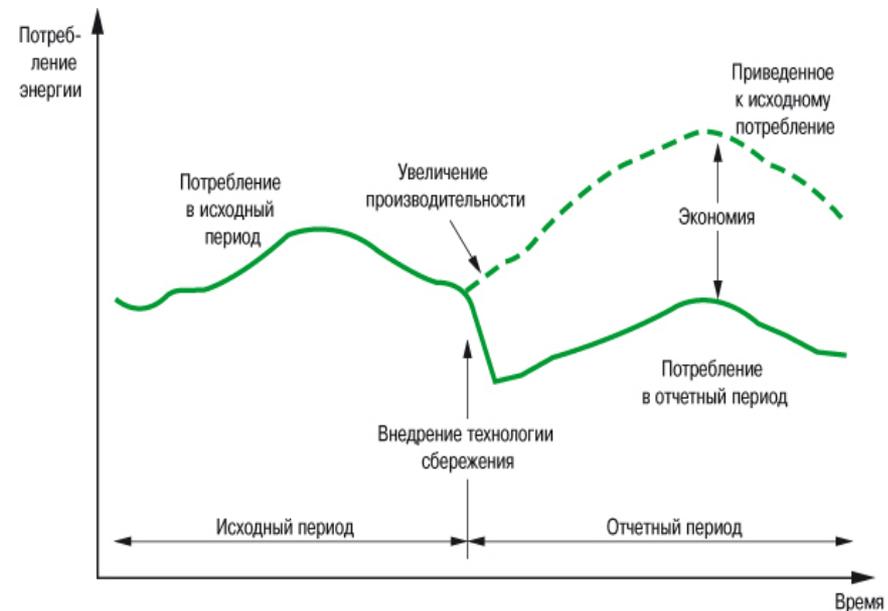
На рисунке показан основной график IPMVP.

Это – пример истории энергопотребления, который показывает:

- Исходный период энергопотребления,
- Определенный период времени, когда были реализованы меры энергосбережения, и
- Два профиля энергопотребления после реализации мер энергосбережения: реальное и приведенное потребление.

Разница между реальным и приведенным потреблением – это энергосбережение или энергопотребление, которого удалось

избежать



IPMVP: Пример №1 – потребление тепловой энергии

Цель: определить эффект от установки автоматических терморегуляторов на существующие батареи отопления с точки зрения потребления тепловой энергии.

Мера энергосбережения: установка терморегуляторов с автоматическим управлением (ВКЛ/ВЫКЛ) и внедрение соответствующих правил.

Подход: три внутренних помещения в различных квартирах, различного назначения и с разными климатическими условиями.

Методология: расчет энергосбережения в каждой комнате; экстраполяция результатов на все здание.

Процедура IPMVP : регрессионный и вариационный анализ.

- Суточное потребление тепла (*зависимые переменные* = Y)
- Градусо-дни отопительного сезона (*независимая переменная* = X)
- Линейный регрессионный анализ по уравнению: $Y = mbX + Bb$
- Новый регрессионный анализ, заменяющий все измеренные значения X за период анализа измеренными значениями X за исходный период.
- Сумма общего энергопотребления для приведенного периода после модернизации.
- Оценка сбережения как: **сумма (Y-исходный уровень) – сумма (Y –уровень после модернизации).**

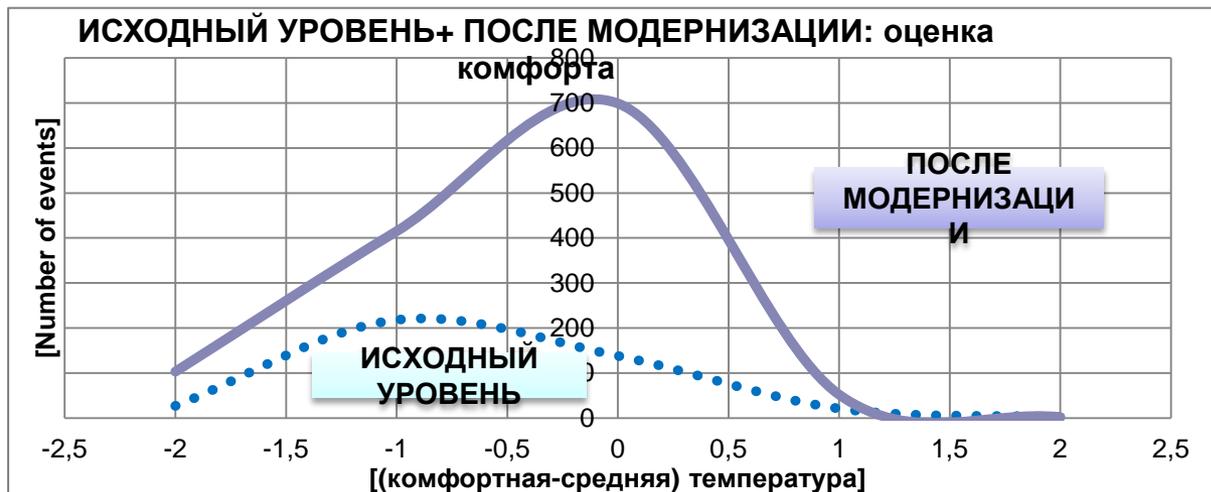
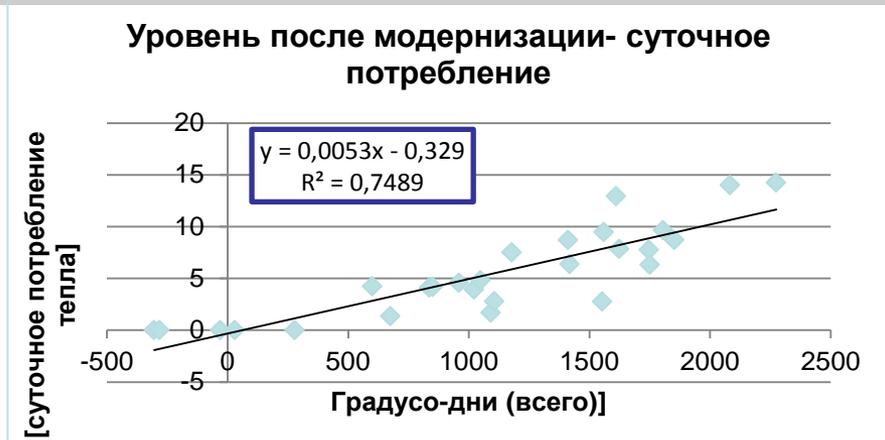
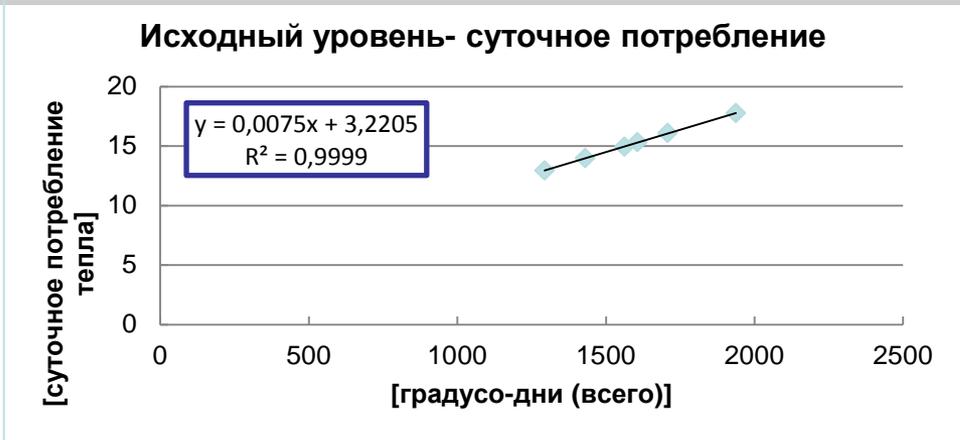


IPMVP: Пример №1 – потребление тепловой энергии

Экспериментальные данные = 5-29 марта 2013 г.
марта

Исходный период = 5-13 марта

Период после модернизации = 14-29



IPMVP: Пример №1 – потребление тепловой энергии

Оценка энергопотребления и энергосбережения

Помещение	Исходный уровень [кВтч/год]	После модернизации [кВтч/год]	Сбережение [кВтч/год]	Сбережение [%/год]
#10	91,01	48,83	42,18	46,3%
#3	34,56	25,98	8,58	24,8%
Коридор/прихожая	34,56	25,98	8,58	24,8%

Результаты:

- Энергосбережение варьирует от 24% до 60%, и при этом на хорошем уровне поддерживается комфорт в помещении.
- В 2012 году (согласно счетам) для этого здания:
 - Потребление газа составило 41447 ст. м³, а
 - На энергию потрачено 34547 евро,
- После установки терморегулирующих клапанов и внедрения автоматического управления на все здание **потенциал энергосбережения варьирует от 9947 ст.м³ до 24868 ст.м³ потребления газа**, а в контексте **сокращения затрат – соответственно от 8292 до 20728 евро**.
- **Оценочные затраты на инвестиции** составляют приблизительно **27000 евро** [15000 евро (оборудование) + 7000 евро (установка) + 5000 евро/год (договор на обслуживание на 10 лет)], в результате **период окупаемости варьирует от 1,3 до 3,3 года**, без учета возможных **НАЛОГОВЫХ ЛЬГОТ**.

IPMVP: Пример №2 – методика для системы освещения

Цель: модернизация светильников и светотехнической аппаратуры с обеспечением оптимального зрительного комфорта в помещении.

Меры энергосбережения: реализация системы регулирования освещения ВКЛ/ВЫКЛ или уменьшения силы света, с учетом количества проживающих (присутствие человека) и уровнями освещенности в помещении.

Подход: *прямое сравнение аналогичных помещений за длительный период времени, при этом поочередно включалась/отключалась система управления.*

Методика: расчет энергосбережения для каждого помещения; экстраполяция результатов на все здание.

Процедура IPMVP : регрессионный и вариационный анализ.

- Определение двух помещений с аналогичными условиями (ориентация, то же количество окон, то же количество светильников, тот же цвет стен) для сопоставления;
- Определение периода анализа: возможно длительный (например, 1 месяц);
- Косвенное измерение энергопотребления с учетом состояния (ВКЛ/ВЫКЛ) каждой из цепей освещения, длительности периода включения/выключения, ослабления электрической энергии, единичной мощности светильников (по результатам энергоаудита).
- Энергосбережение оценивается как прямое сопоставление результатов на исходном уровне и уровне после модернизации.

Исходный период: *ручное управление (управление = ОТКЛ. в обеих комнатах)*

После модернизации: *автоматическое управление = ВКЛ. В обеих комнатах.*

IPMVP: Пример №2 – методика для системы освещения

Валидация методики

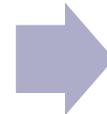
Сравнение результатов, полученных для разных периодов (исходный + после модернизации)

Схожи ли результаты?



Валидация результатов

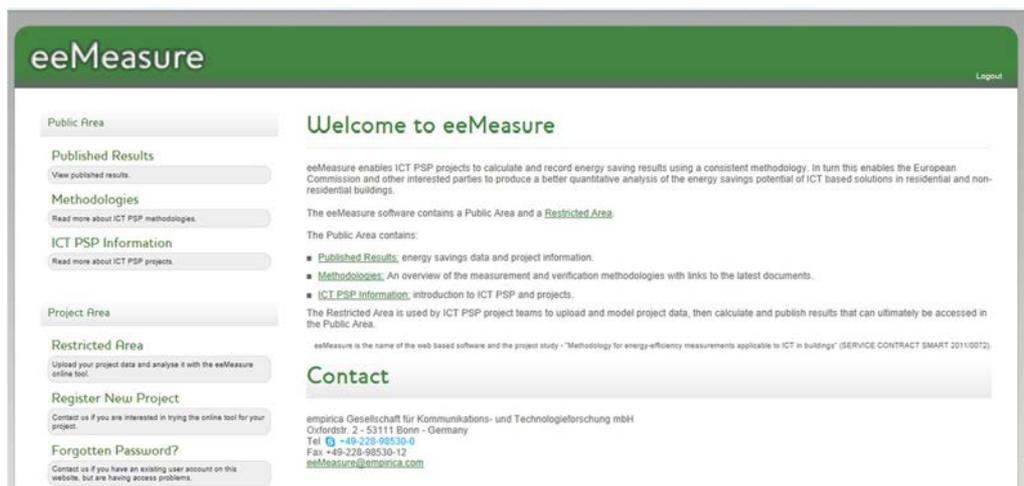
Если погрешность минимальна, метод подходит для расчета энергопотребления для нужд освещения и энергосбережения «до» и «после»



Метод можно применять для других жилых зданий

Необходима поверка в соответствии с характеристиками каждого здания

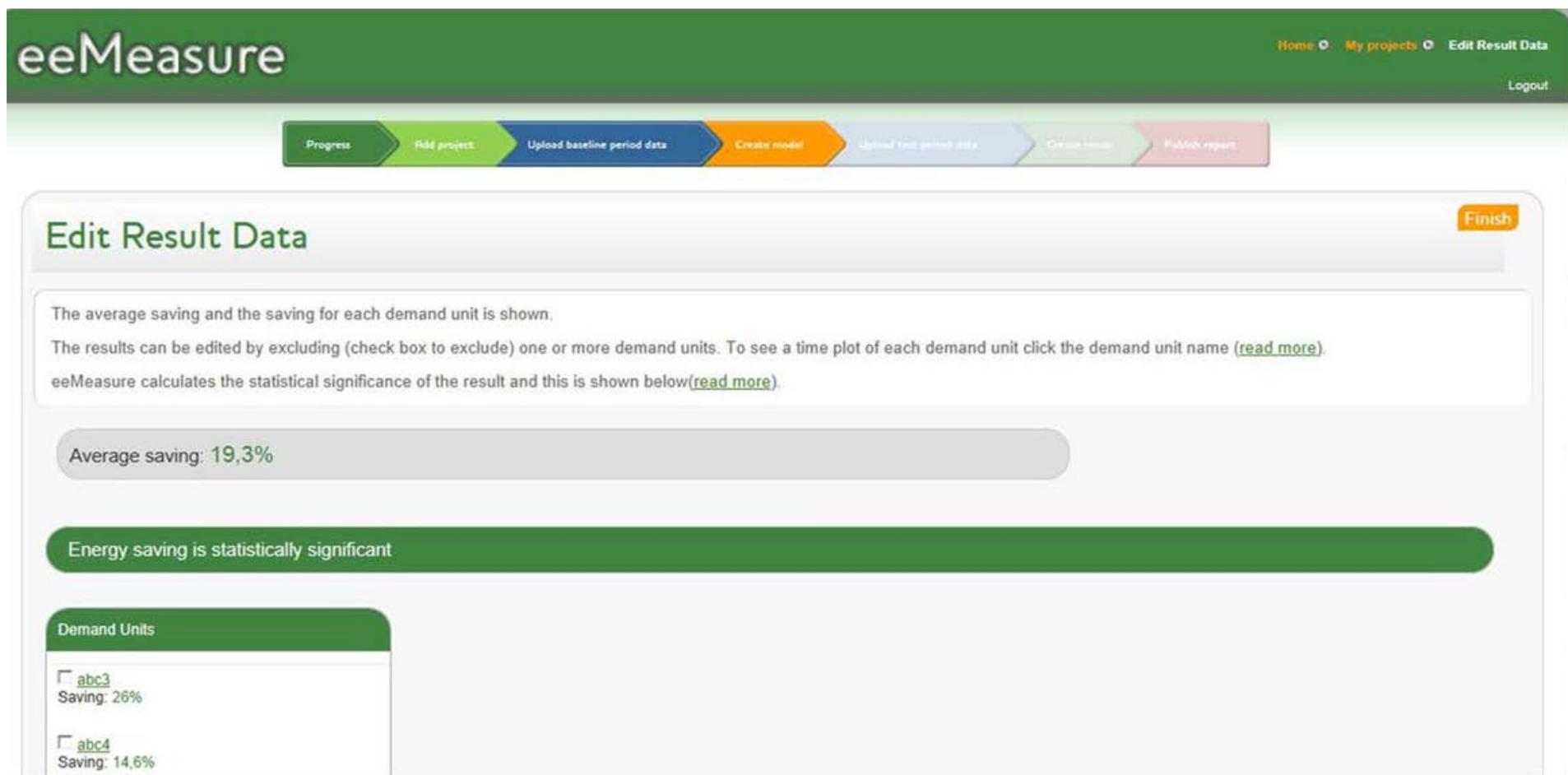
eeMeasure – это онлайн-ресурс, продвигаемый и финансируемый Европейской комиссией, для расчета с помощью *общей, но стандартной методики* энергосбережения, полученного в результате реализации всех проектов, финансируемых Еврокомиссией. Эта методика основана на протоколе IPMVP.



Пример использования

Модель

	nov-08	dic-08	gen-09	feb-09	mar-09	apr-09	mag-09	nov-09	dic-09	gen-10	feb-10	mar-10	apr-10	mag-10
hdd	219	364	420	305	246	45	8	131	354	455	334	247	124	112
abc3	1603,8	2053,2	2390,5	1875,0	1513,2	449,2	186,1	790,7	1460,7	1906,9	1616,4	1169,3	684,7	404,0
abc4	1963,0	2653,3	3051,0	2370,0	2168,3	809,8	449,3	1635,8	2517,1	2883,6	2387,7	1882,3	801,3	183,0
	Исходный период							Отчетный период						



eeMeasure Home • My projects • Edit Result Data
Logout

Progress → Add project → Upload baseline period data → Create model → Upload test period data → Generate results → Publish report

Edit Result Data Finish

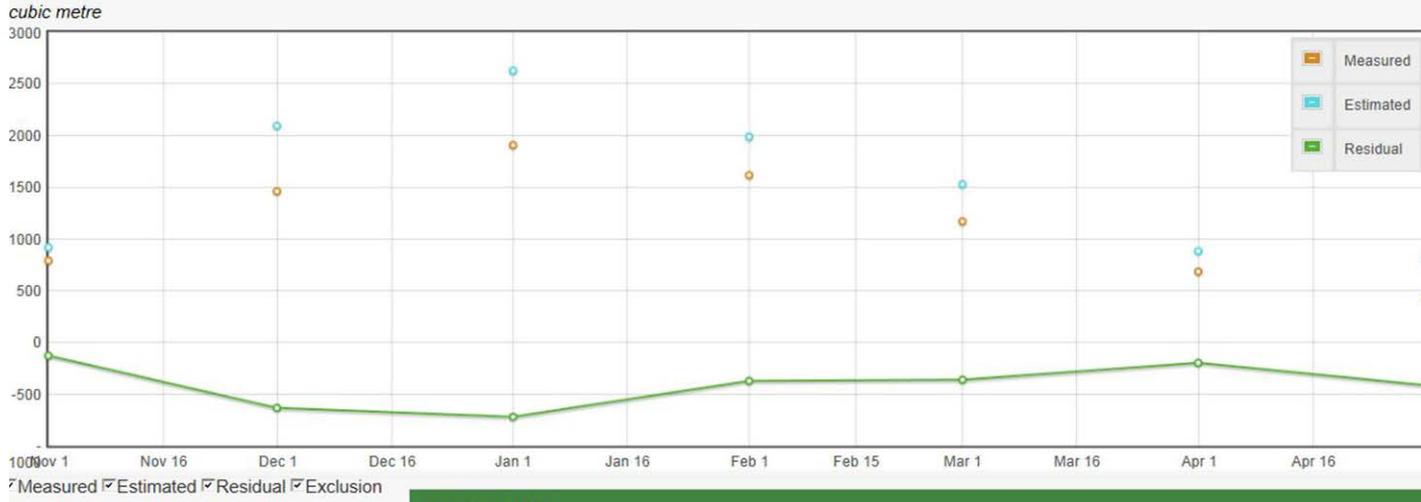
The average saving and the saving for each demand unit is shown.
 The results can be edited by excluding (check box to exclude) one or more demand units. To see a time plot of each demand unit click the demand unit name ([read more](#)).
 eeMeasure calculates the statistical significance of the result and this is shown below([read more](#)).

Average saving: 19,3%

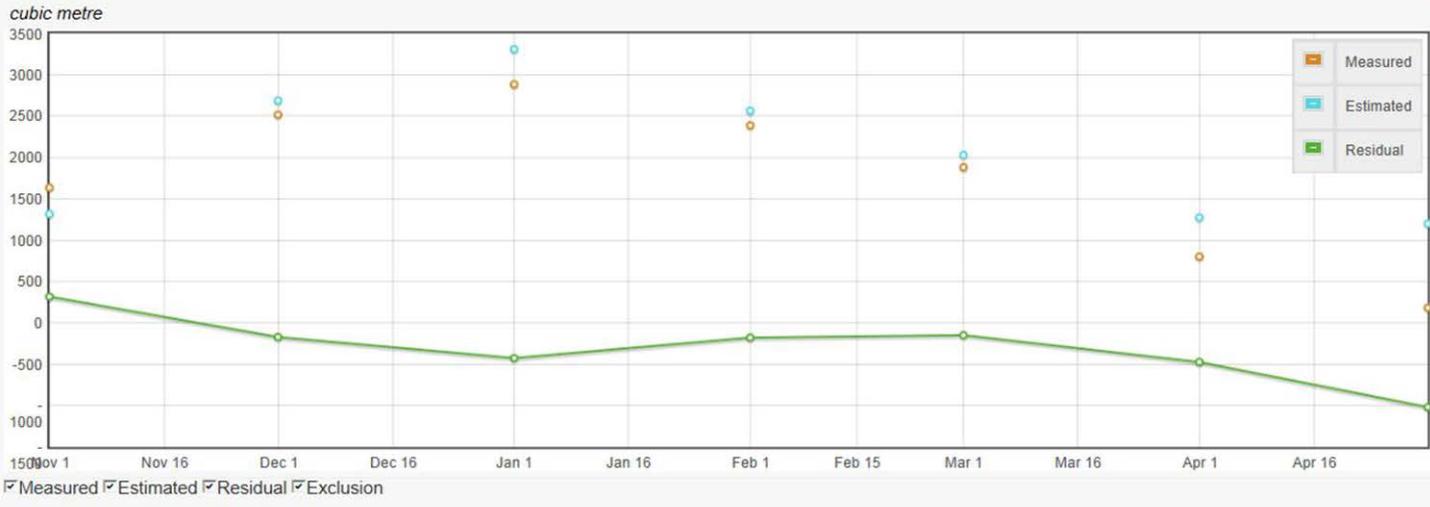
Energy saving is statistically significant

Demand Units	
<input type="checkbox"/> abc3	Saving: 26%
<input type="checkbox"/> abc4	Saving: 14,6%

Abc3, Saving: 26.0%



Abc4, Saving: 14.6%



Close Clear zoom

Эта презентация также ставит перед собой задачу **оказать содействие проекту ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь»** в использовании протокола IPMVP :

- А.** *Определить в качестве результатов текущие и будущие возможности в области энергосбережения; и*
- В.** *Стимулировать дискуссию между партнерами по проекту о сходствах и различиях имеющегося жилого фонда.*

СПАСИБО!