

Sustentabilidade e eficiência energética de edifícios

Seu sistema AVAC é eficiente! Mas será que é mesmo?

José Luís Alexandre – jla@fe.up.pt
Departamento de Engenharia Mecânica
FEUP- UPorto



The sole responsibility for this content lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Sumário



- ➔ Sistemas de monitorização
 - Utilidade?
- ➔ Sistemas de gestão técnica centralizada
 - Funcionalidade e utilidade
- ➔ Projeto europeu iSERV
 - Como otimizar e tirar partido da informação proveniente dos sistemas de monitorização e de gestão centralizada
 - “benchmarks” dos diferentes tipos de atividades
 - Qual o contributo para o nZEB buildings
 - Como participar

Sistemas de Monitorização

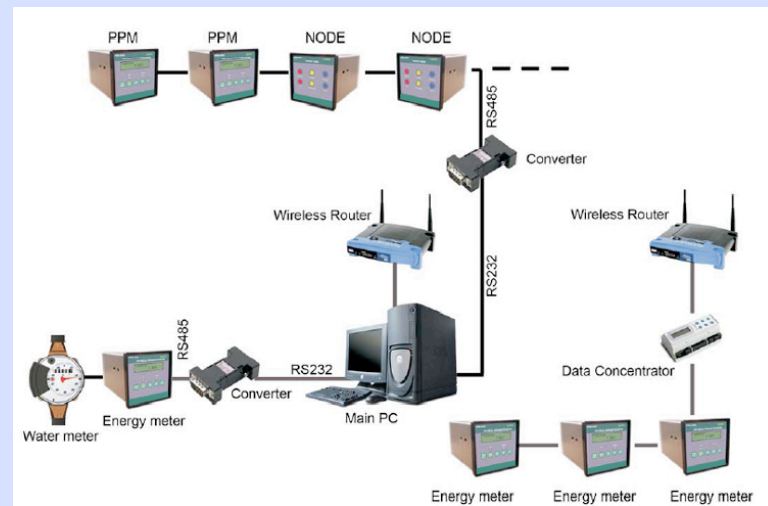


→ Sistemas básicos

- Sistemas que simplesmente monitorizam contadores de energia elétrica (com mais ou menos efeitos *Gadgeticos*)
- Saída de vários gráficos de consumos

→ Sistema mais detalhados

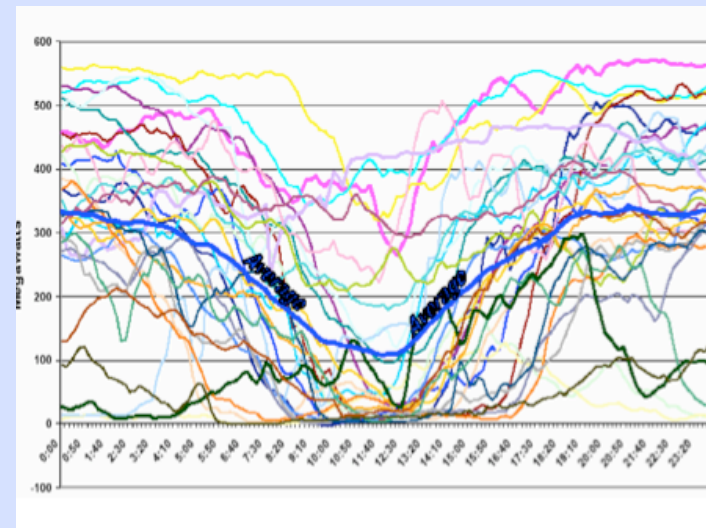
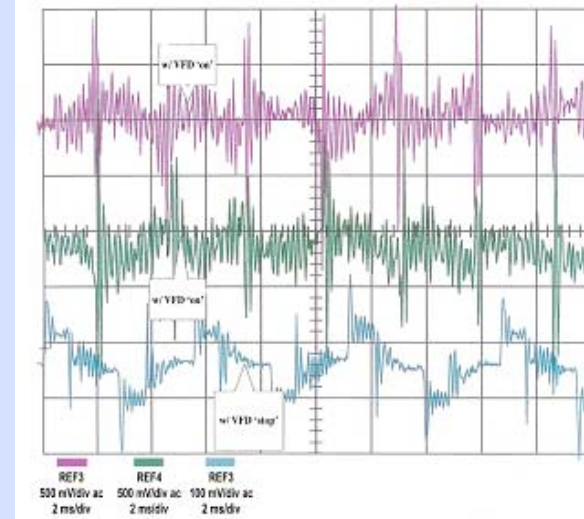
- Mesmas funções dos anteriores
- Monitoriza consumos de água e gás
- Temperaturas (em alguns casos)



Sistemas de monitorização (2)



- Tipos de informações mais frequentes (c/ interfaces atrativas, mas...) e atuações
- Gráficos temporais de distribuição da diferentes variáveis
 - Avaliam históricos sem terem valores de referência, ou *benchmarks*
 - Permitem on/off dos equipamentos (mas não são BEMS)



GTC – Sistemas de gestão técnica centralizada

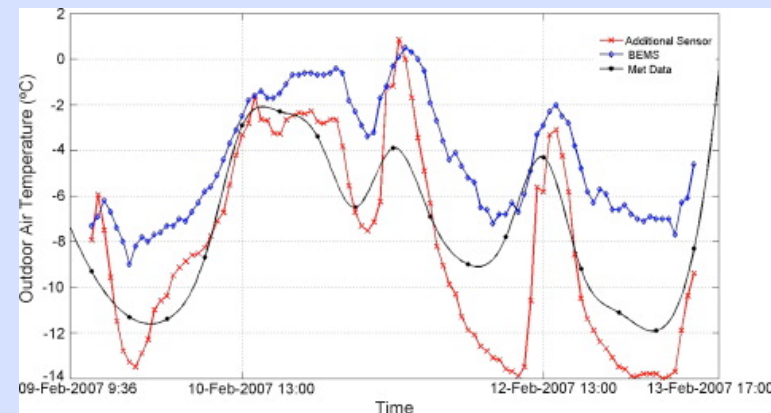


- ➔ Sistemas centralizados de gestão de equipamentos
- Sistemas mais frequentes e com tradição no controlo de sistemas AVAC
 - Vocacionados para
 - controlar
 - seguir ações
 - atuar perante algoritmos simples ou complexos
 - unidades que dedicam 60 a 70% da sua capacidade a controlar sistemas AVAC
 - controlam outros sistemas (intrusão, incêndio, alarmes diversos, etc)

GTC (2)



- Estes sistemas não estão vocacionados para análise sistemática de dados.
- Podem, e devem, ser usados para implementar medidas de eficiência (reduzindo *setpoints*, ajustando horários, alternativas de arrefecimento e aquecimento, desativação parcial do sistema, etc)



O que seria um sistema ideal ??

- Que fizesse leituras das diferentes variáveis
- Um sistema que controlasse
- Atuasse segundo regras predefinidas
- Gestão :
 - de avarias e que as conseguisse prever
 - eficiências de equipamentos
- Elaborar um conjunto de causas/efeito (situações anómalas ou baixa eficiência)
- Elaborar relatórios de análise de eficiência
- Previsão de consumos e desempenho

monitorização

GTC

Comissionamento contínuo

→ Outros (gestão da manutenção, stocks, recursos humanos, etc)

Projeto iSERV



- O que é ?
- Para que serve?
- Interessa a quem ?
- Para quê estar envolvido ?
- Quais os seus objectivos e implicações ?
- Como nos irá afetar num futuro próximo?

iSERVcmb – the continuous monitoring and benchmarking of HVAC systems



- www.iservcmb.info maio 2011 – maio 2014
- €3.3M iSERVcmb é o maior financiamento dado pelo grupo IEE para um projeto europeu
- iSERV baseado no AUDITAC (2005 – 2007) e no HARMONAC (2007 – 2010) www.harmonac.info
- O HARMONAC foi, segundo dados recentes, o segundo maior financiamento no âmbito do IEE com €1.8M
- Estes projetos tiveram um impacto muito importante quer na preparação das novas diretivas quer nas futuras

Avaliar consumos energéticos dos sistemas AVAC, porquê ?



Equipment	Electrical consumption as % of total EU 2007 Elec use
Air conditioning units and chillers	0.75
Fans in ventilation systems	3.34
Pumps / circulators	1.81
Space and Hot Water Heating	5.23
TOTAL	11.13%

EC Joint Research Centre, Institute for Energy, 2009

- At this level of energy consumption, HVAC systems must be a key contributor towards energy savings in the EU
- EU GDP in 2007 ~ €13,500Bn. Electricity costs were ~ €650 – 1,950Bn or 5 – 15% of GDP. Fossil fuel costs are on top of this.

Os edifícios estão associados às atividades aí exercidas



- O homem constrói ambientes artificiais para desenvolver atividades. Essas atividades implicam um determinado consumo energético
- A eficiência energética é dependente da atividade. Providenciar ambientes erróneos à atividade é contraproducente para os objetivos das empresas
- Logo a eficiência energética deve ser colocada no contexto da atividade desenvolvida

Então a pergunta é óbvia:

Qual será o consumo energético ajustado a uma dada atividade?

Eficiência energética em AVAC



→ Outra interrogação óbvia no seguimento da anterior é:

“A energia consumida por um determinado sistema AVAC é suficiente para a atividade desenvolvida na zona que ele serve?”

→ A colocação da questão parece simples, mas... dar uma resposta convincente aparenta ser algo difícil de se conseguir

Barreiras à redução da fatura energética no AVAC



- ➔ Falta de informação relativa a benchmarks em função de casos específicos de utilização (atividade)
- ➔ Falta de informação detalhada e específica sobre o tipo de atividades afeta a cada tipo de sistema AVAC
- ➔ Falta de exemplos que demonstrem as metas de eficiência atingida num contexto real de utilização
- ➔ Falta de *expertise* na interpretação de dados de monitorização
- ➔ Ideia, errada, que as poupanças resultantes não pagam os recursos (mão-de-obra incluída) utilizados para o efeito

Catalisadores à redução do consumo energético



- Normalmente as poupanças energéticas são das ações com melhores investimentos. Obter-se *paybacks* menores que um mês é provável em alguns casos
- A falta de financiamento, normalmente, é uma **falsa questão**, tendo em conta os custos atuais de energia
- Mecanismos legislativos subjacentes poupanças energética são frequentes
- Pressão constante na capacidade de geração e distribuição fazem que cada mais um sistema colocado online se torne progressivamente mais dispendioso

Confiança

Feedbacks/ Analise objetiva e concisa

Recomendações claras objetivas

Confiança



- ➔ ... que os benchmarks e os dispositivos (controlo e atuação) para uma dada situação são aplicáveis
- ➔ ... que as propostas são exequíveis numa dada condição baseadas nos dados medidos e noutros casos similares
 - obtenção de dados reais de um determinado sistema >> utilizar sistemas de modelação real para convencer o dono do edifícios a agir
 - Informação que os donos/operadores conseguem identificar como causa dos seus problemas
 - Verificar os “antes” e “depois” de um investimento e verificar que os dados reais obtidos comprovam a poupança. Este passo é fundamental para criar confiança para os próximos investimentos

Análise e feedback



- ➔ .. é necessário analisar que os retornos de investimento foram atingidos e que surtiu o efeito previamente desejado. Identificar outras metas para possíveis poupanças consequentes das primeiras
- ➔... de como é necessário controlar o consumo energético no edifício. Estudos demonstram que os ocupantes quando envolvidos no processo podem traduzir reduções de 30%
- ➔... para arquivo das diferentes poupanças, é vital

Recomendações

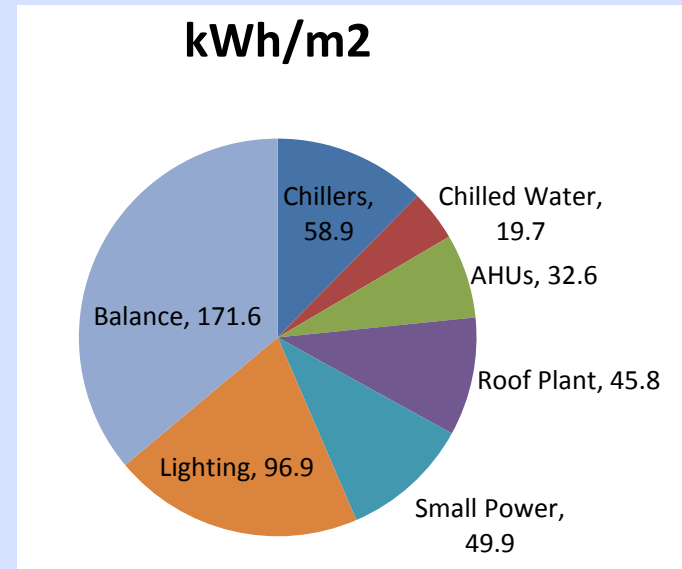


- ➔ ...os dados nem sempre são de leitura direta. Normalmente o receptor não é especialista em análise de dados, logo é necessário um “tradutor”
- ➔ ... associando o objetivo energético aos custos de exploração – mais persuasivo
- ➔ ... em periodicamente ter alguém fora do contexto que afira os índices obtidos

HARMONAC: 2007 - 2010



- An IEE European project, which obtained sub-hourly information on energy use in HVAC systems from 42 EU Systems
- It showed the electrical energy use of HVAC systems is typically 30 – 40% of the building total electrical use.
- HVAC generally accounts for > 90% of non-electrical energy use
- Produced data on in-use energy consumption in HVAC components
- All findings at: www.harmonac.info



Annual energy balance –
One Wood Street, London

O Que se pretende com o iSERV



→ 5 objetivos principais

- Demonstrar como os sistemas de monitorização online e as respostas dos sistemas reais se comportam a nível dos 27
- Demonstrar que é possível atingir níveis de eficiência efetiva que resultam da implementação de sistemas deste tipo nos 27
- Elaborar orientações para os estados membros na preparação de legislação para determinados sistemas
- Fornecer *benchmark* para eficiência energética dos diferentes componentes e sistemas AVAC em função das atividades
- Elaboração de *guidelines* e outra documentação técnica para monitorização, com objetivo de redução do consumo energéticos dos sistemas AVAC

- Espera-se que avalie cerca de 7.500 sistemas AVAC, num total de 75.000 pontos de análise
- Dados provenientes dos 27 EM serão importantes para avaliar os grandes e pequenos consumidores de energia
- Os dados analisados permitem avaliar o desempenho do edifício (assim como o seu projeto) e o desempenho dos seus sistemas AVAC associados a cada atividade

Resultados preliminares e consequências do iSERV



- CIBSE e REHVA estão a preparar normas e recomendações com base nos resultados já existentes, para regular as praticas do sector da monitorização
- Estabelecer metodologias tipo iSEV para evitar inspeções e auditorias com tanta frequência
- Metas poupanças previstas:
 - Energia eléctrica ente 5 – 60% por sistema
 - Energia eléctrica ente 5 – 15% em média
 - Energia de aquecimento (indiferenciado) entre 5 – 20% (esperado)
 - Expectativa de se manter as poupanças previstas, ie redução também de inspeções
 - Fornecer aso donos/operadores um lista completa de ECO's para cada sistema AVAC específico

iSERV – O que pretendemos fazer?

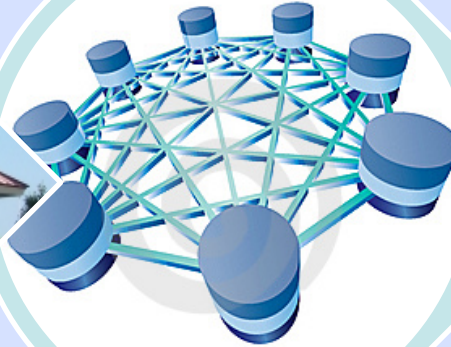


Análise energética da climatização com ferramentas online de monitorização contínua

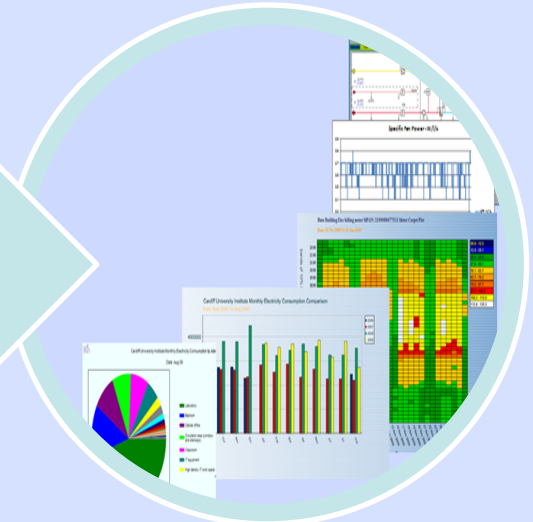
Registos Contínuos
de Consumos



Casos de Estudo



Base de Dados Online



Relatórios Energéticos

→ Benefícios:

- Serviço gratuito de análise de consumos energéticos de climatização em contínuo
- Identificação de potenciais oportunidades de poupança de energia
- Participar na criação de “*benchmarks*” europeus
- Reduzir custos de inspecções/auditorias

iSERV – Como participar?



Fornecer dados de edifícios como *casos de estudo*

Enviar leituras de energia do AVAC

- *Contadores já instalados*
- *Automático ou manual*



Descrever o sistema

- *Contadores de energia*
- *Sistema AVAC*
- *Espaço*

Inspeção de Sistemas de HVAC através da monitorização contínua e avaliação comparativa

Intelligent Energy Europe, Projecto Número: IEE-10-272
Sigla: iSERV

Dados relativos a espaços, actividades e sistemas de AVAC

Edifício:

Dados desde

Dados válidos a partir desta data (dd/mm/aaaa):

Edifício

Nome do edifício*	Descrição	Nome de organização*	Nome de zona específica*	Sector*	Endereço*	Cidade*	Código Postal*	Pais*

Contadores energético

Nome*	Descrição	Tipo de Contador*	Escada medida pelo contador*	Multiplicador	Espaço onde se localiza	Identificação do contador (ID)*	Adicionar contador

Sensor AVAC

Nome*	Descrição	Tipo de sensor*	Escada medida pelo sensor*	Área de cobertura (m ²)	Identificação do sensor (ID)*	Adicionar sensor

Sistema AVAC

Nome*	Descrição	Tipo de sistema*	Tipo de AVAC*	Identificação do sistema*	Nome do(s) sensor(es)	Adicionar sistema de AVAC

Componente AVAC

Nome*	Descrição	Tipo de componente*	Tipo de subcomponente*	Escada do sistema de AVAC*	Espaço onde se localiza	País do sistema eléctrico nacional (EN)*	Nome do(s) contador(es)	Adicionar componente AVAC

Perfis de setpoint e ocupação

Para configurar os detalhes do perfil, introduza as datas nos campos "aplica-se desde" ou "aplica-se até" (duplo-click) -

Nome*	Descrição	Perfil 1 - aplicava-se desde	Perfil 1 - aplicava-se até	Perfil 2 - aplicava-se desde	Perfil 2 - aplicava-se até	Perfil 3 - aplicava-se desde	Perfil 3 - aplicava-se até	Adicionar Perfil

Espaço

Nome*	Descrição	Área de pavimento (m ²)*	Height (m)	Sector*	Actividade*	Sistema de AVAC	Escada do(s) contador(es)	Adicionar Espaço

Introduction | Main | Schedules | Example - Single Space | Example - Complex Space Min | Example - Complex Space Full | Certiflash

O projeto iSERV dispõe de ferramentas e apoio técnico para a recolha de toda a informação inicial necessária. Para além disso, estes dados iniciais, apenas necessitam de ser preenchidos uma única vez, ficando disponíveis para qualquer inspeção ou auditoria que venha a ser necessária no edifício.

iSERV Asset Definition



Describe the building utility meters, including their physical locations

Describe the building spaces and the main activity that occurs

Incoming Meter

Meter 1

Meter 2

Meter 3

Meter 4

Meter 5

Chillers

CHW pumps

HW pumps

AHU 1

AHU 2

Boilers

Describe the building HVAC components, including their physical locations

Room 1

Room 2

Room 3

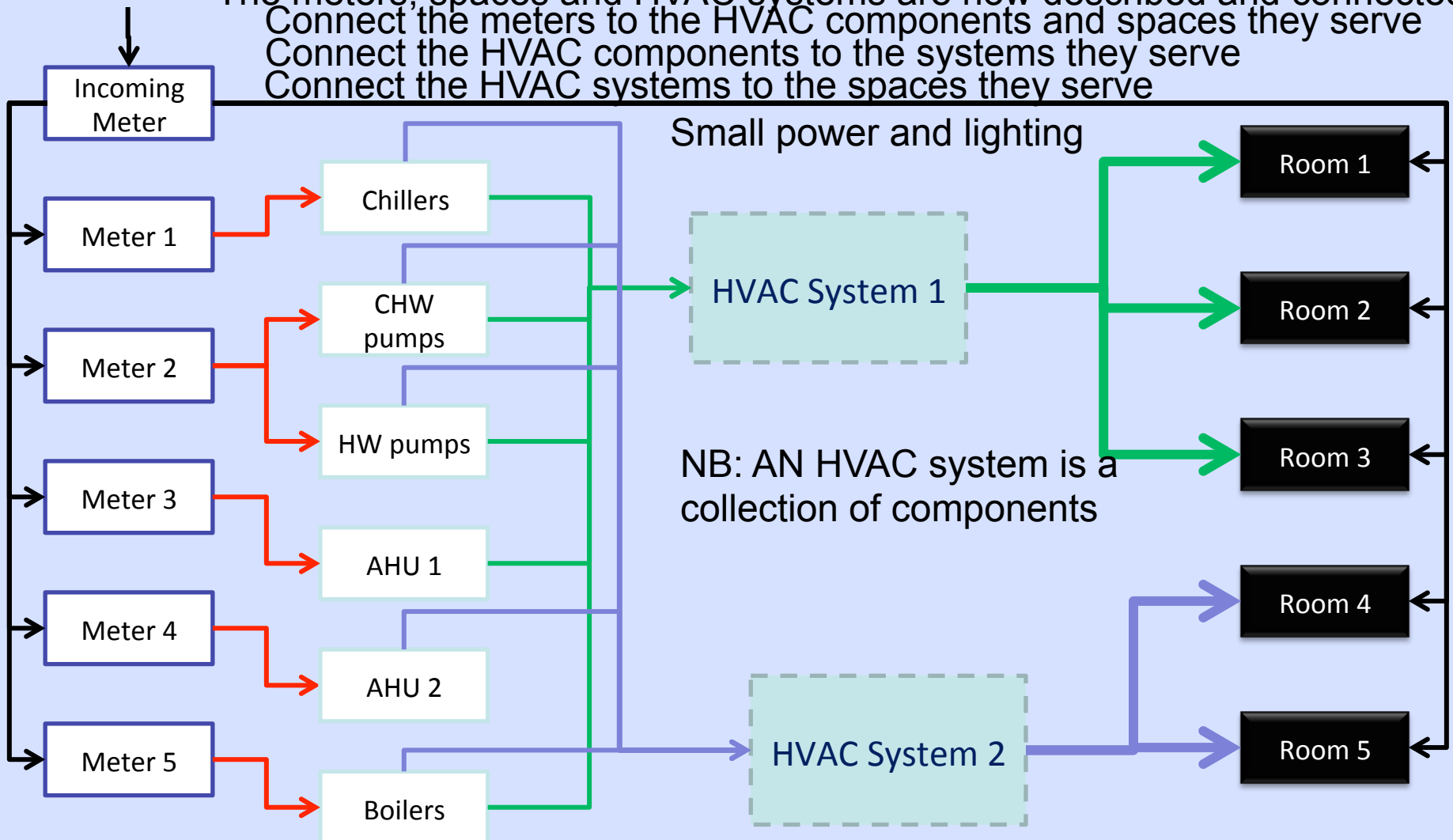
Room 4

Room 5

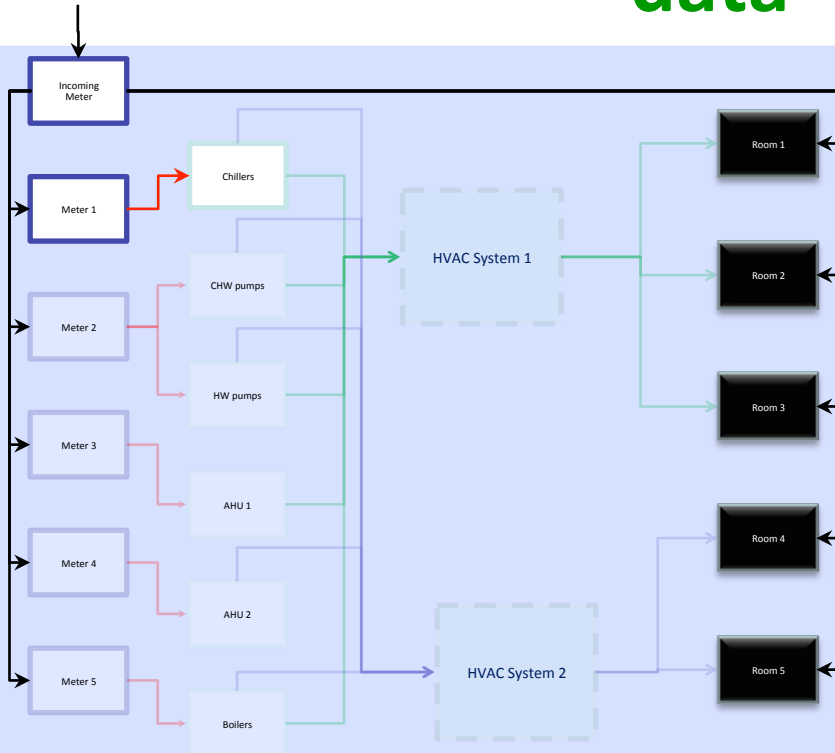
iSERV Asset Integration



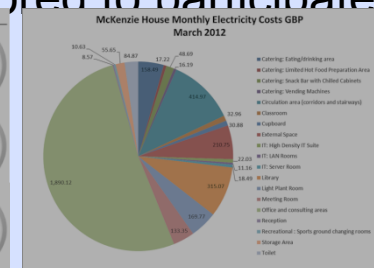
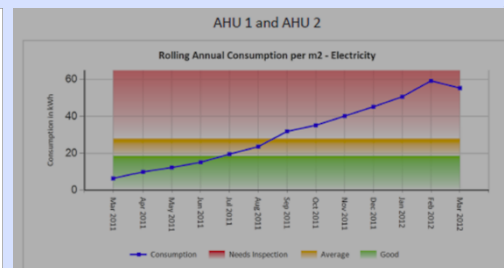
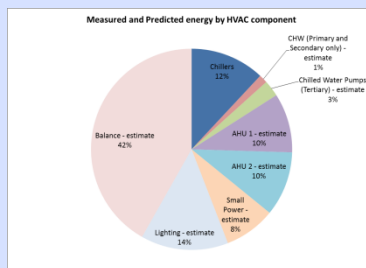
The meters, spaces and HVAC systems are now described and connected
Connect the meters to the HVAC components and spaces they serve
Connect the HVAC components to the systems they serve
Connect the HVAC systems to the spaces they serve



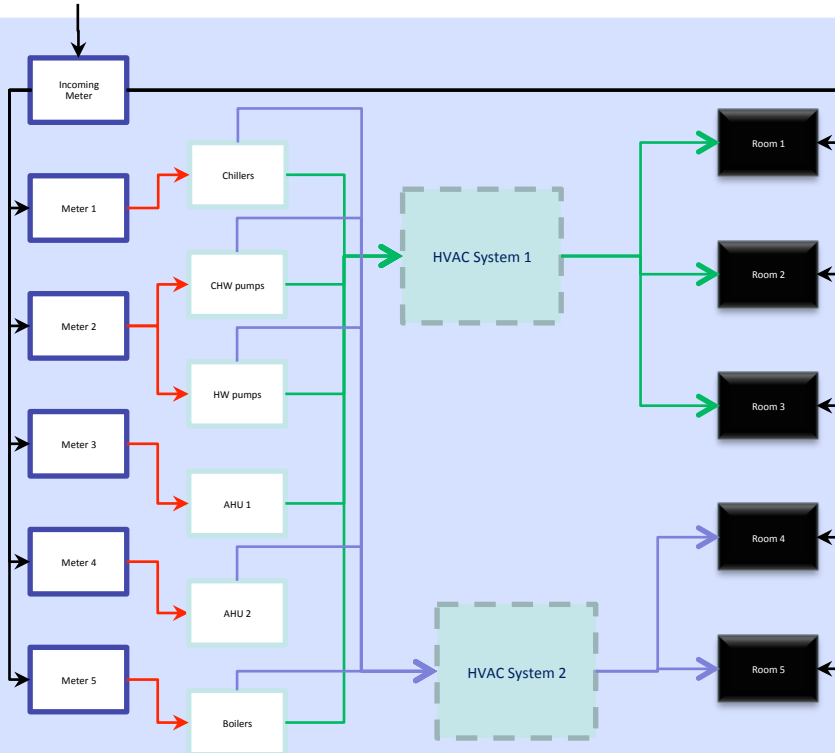
iSERV Asset Reporting – Minimum data



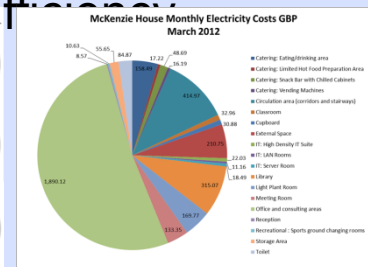
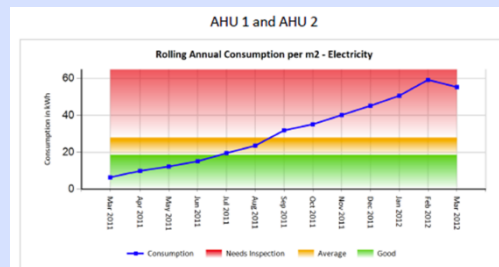
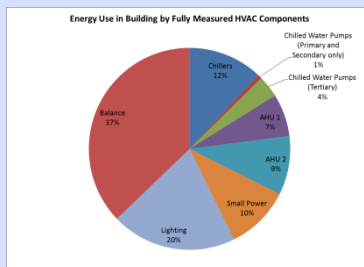
- Where the main meter only is reported then reports are limited to estimates of where the measured overall energy use is going, based on the benchmarks for the HVAC components, areas and activities
- This is useful for determining where to install submeters to verify the main data flows, but is not ideal as the basis for changing HVAC plant components or for verifying the savings achieved
- At least the Chillers (if present) should be monitored to participate in



iSERV Asset Reporting – full metering



- Where everything is metered then we can produce a full set of reports including energy use by HVAC component, space, activity – along with any relevant ECOs and cost information where tariff information is provided
- This information can not only provide certainty about day-to-day operation but also about which areas to target for the best long-term investment returns



Resultados visíveis para o utilizador : exemplo



Mckenzie House

Cardiff University

Cardiff University Estate



google map picture

bird view bing map picture

Cardiff, United Kingdom

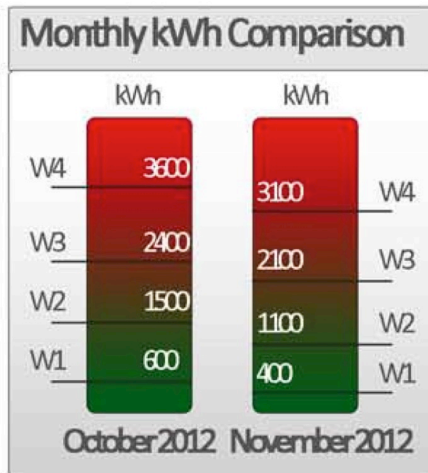
Weather Analysis

November		Monthly average T_{out}				
MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
			¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C
¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C
¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C
¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C	¹ 9°C

51.5N 3.2W

CF24 ODE

Resultados atuais (2)



Comparison with peer systems around Europe

McKenzie House uses XX% more energy than an efficient peer system in Europe.

Potential Energy Savings : **3000 kWh / year**

Potential Cost Savings : **£5000 / year**

iSERVcmb Ranking

Compared to 100 peer systems in Europe, for the period 1st October to 1st November 2012, McKenzie House ranks:

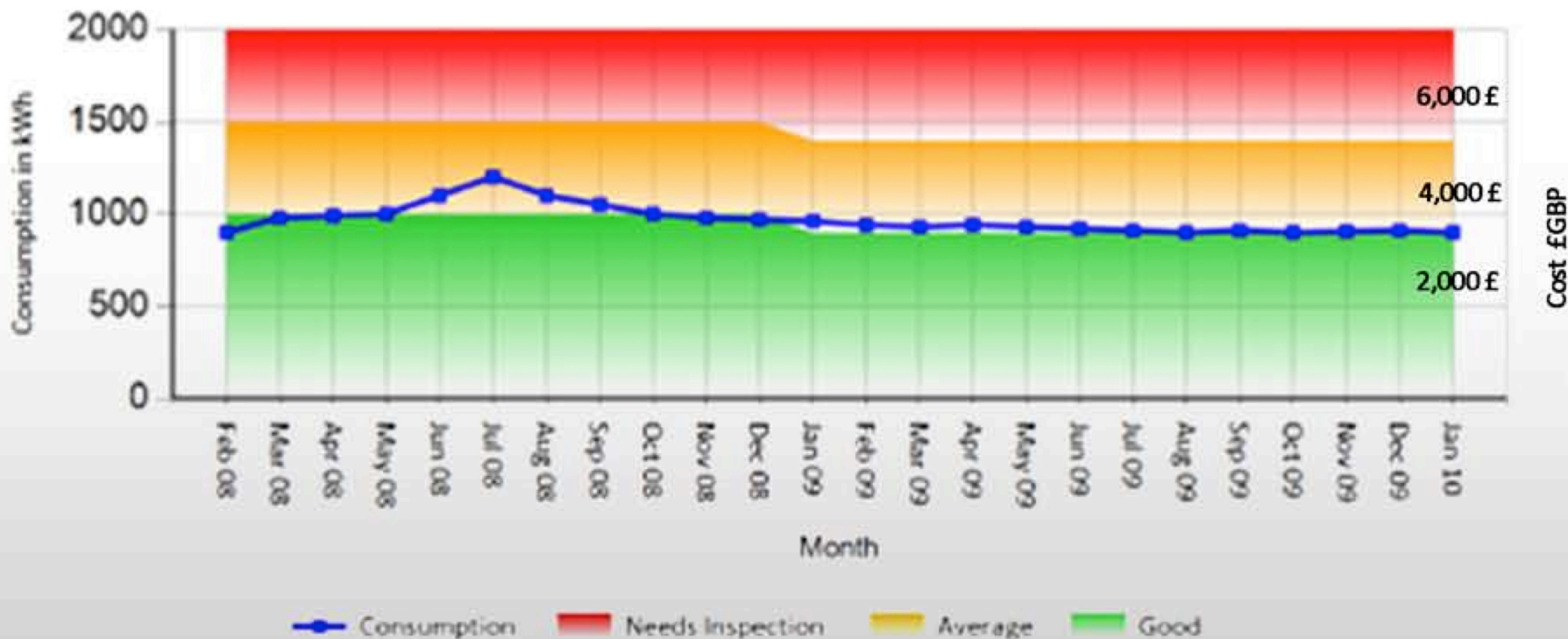
10th
most efficient



Resultados atuais (3)



Rolling Annual Consumption - Electricity



HVAC Component Performance - Total kWh per m2 per annum



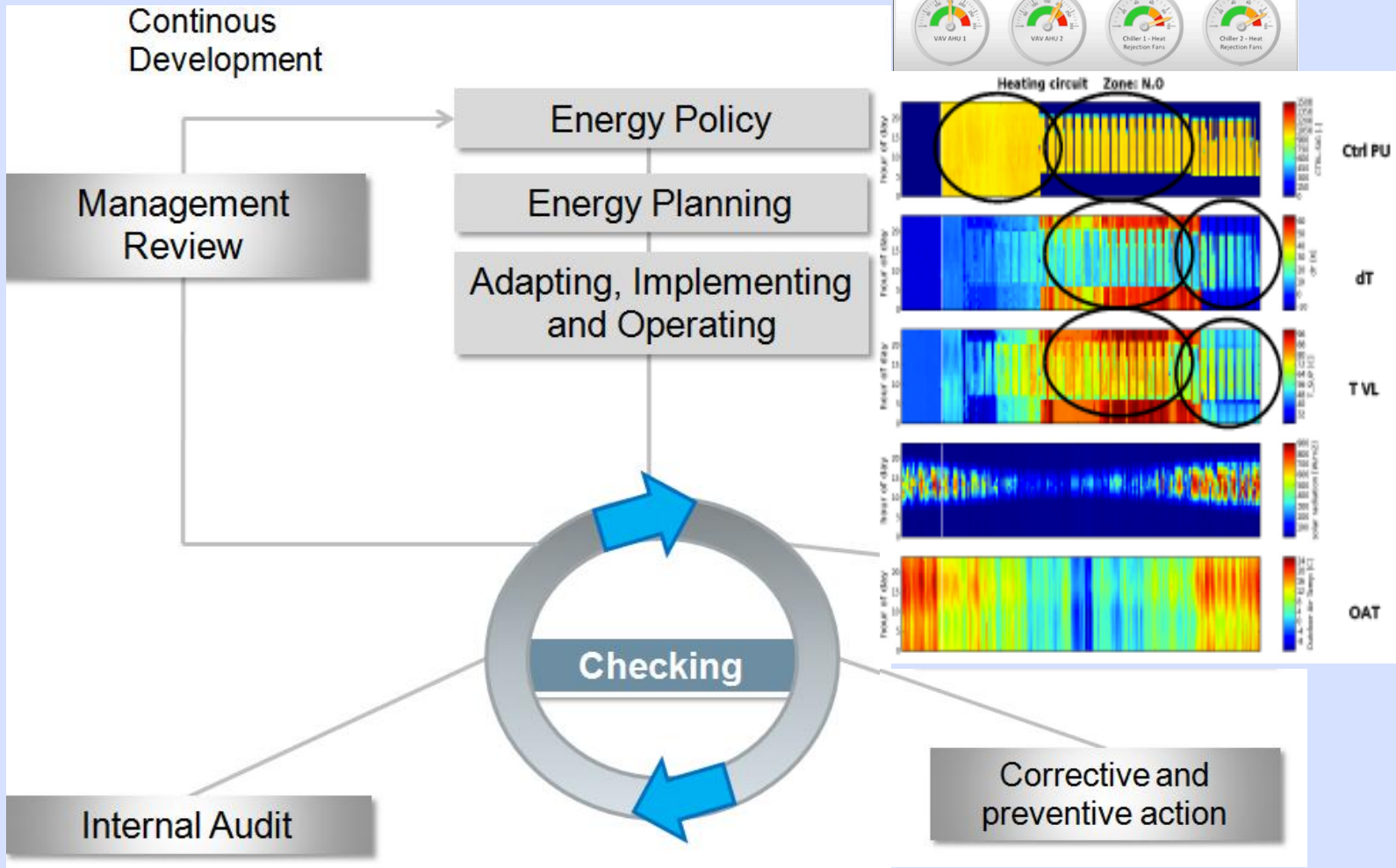
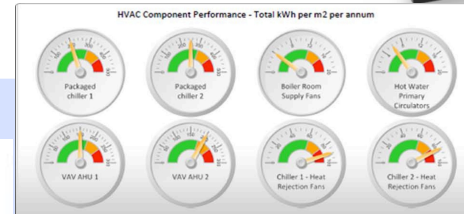
Component	Total kWh per m2 per annum	Average W per m2	%FLE	Performance
Packaged chiller 1	200	22.83	46.0%	Good
Packaged chiller 2	250	28.54	57.0%	Good
Boiler Room Supply Fans	4	0.46	23.0%	Good
Hot Water Primary Circulators	6	0.68	34.0%	Good
VAV AHU 1	150	17.12	57.0%	Good
VAV AHU 2	200	22.83	76.0%	Average
Chiller 1 - Heat Rejection Fans	90	10.27	86.0%	Needs Inspection
Chiller 2 - Heat Rejection Fans	85	9.7	81.0%	Needs Inspection

Novos desenvolvimentos

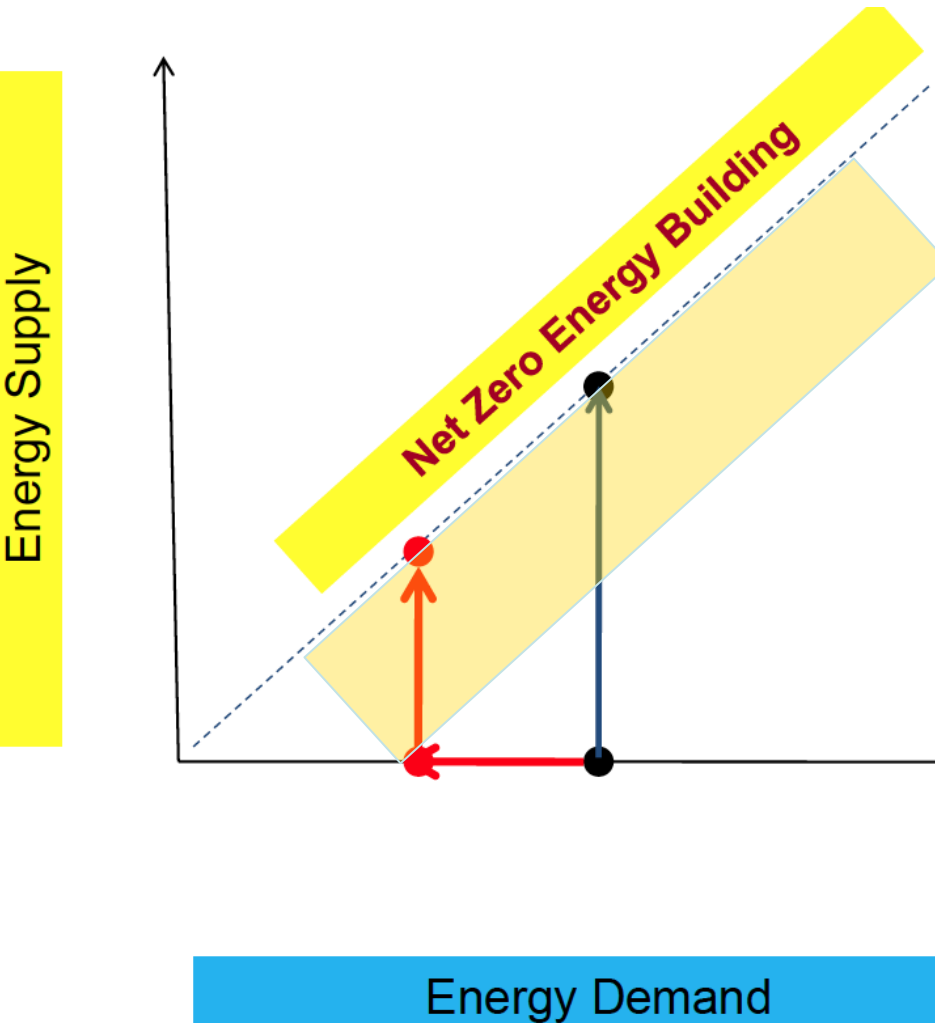


- ➔ Antecipar ECOS' e ações com base na fraca eficiência e benchmark
- ➔ Previsão de consumos com base nos valores reais medidos
- ➔ Análise inteligente de dados
- ➔ ISO 50.0001 (!)

ISO 50.0001 – pode ser um alvo !

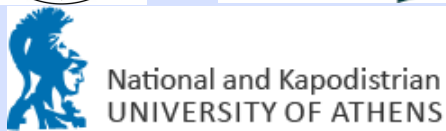
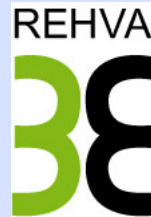


iSERV -> nZEB ?!



- ✧ É necessário entender que vai ocorrer uma transição e os edifício devem ir no sentido dos nZEB's (de 2019 a 2020)
- ✧ Há casos em que este tipo de comportamento é quase impossível, face ao tipo de atividade, mas sempre se pode reduzir os consumos
- ✧ É fundamental ter legislação ajustada à realidade existente para atingir os nZEB. Caso contrário cria-se legislação impossível de aplicar
- ✧ Conhecendo as especificidades de cada actividade é possível antecipar problemas a este nível

participantes







**Inspection of
HVAC systems
through
continuous
monitoring and
benchmarking**

www.iservcmb.info

Obrigado pela vossa atenção

**Estaremos disponíveis para qualquer
esclarecimento adicional**

Contactos:

José Luis Alexandre (jl@fe.up.pt)

Alexandre de Jesus Freire (ajfreire@fe.up.pt)

Joaquim Abreu (jabreu@fe.up.pt)

Rui Lima (aruilima@fe.up.pt)