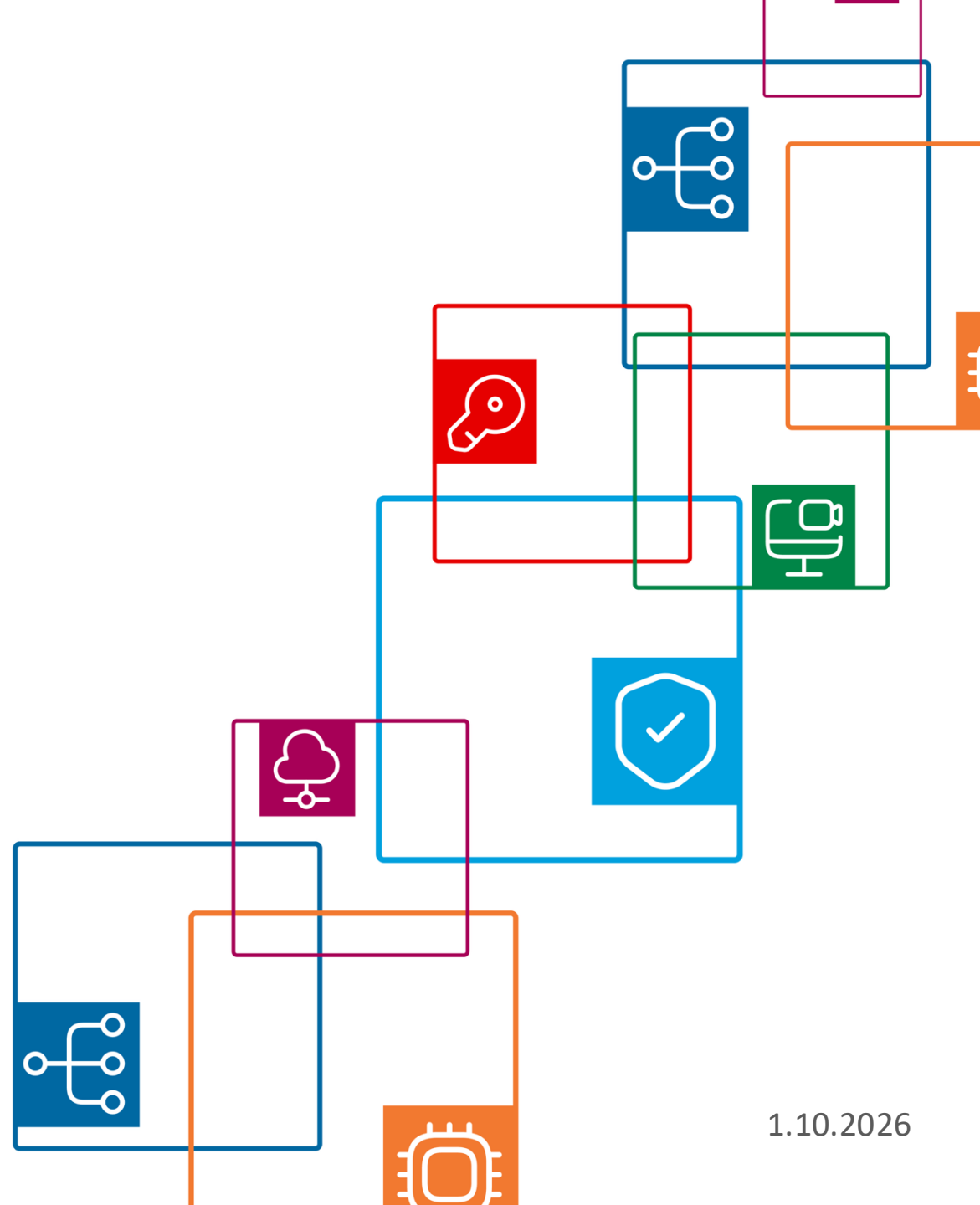




Green Computing v MetaCentru

Jiří Sitera

Konference CESNET 2026 MetaCentrum



1.10.2026

Jaká je hlavní myšlenka Green Computing strategie MetaCentra?
Nový pohled na koncepce a nástroje, které jsou nám vlastní.

DNA CESNETu

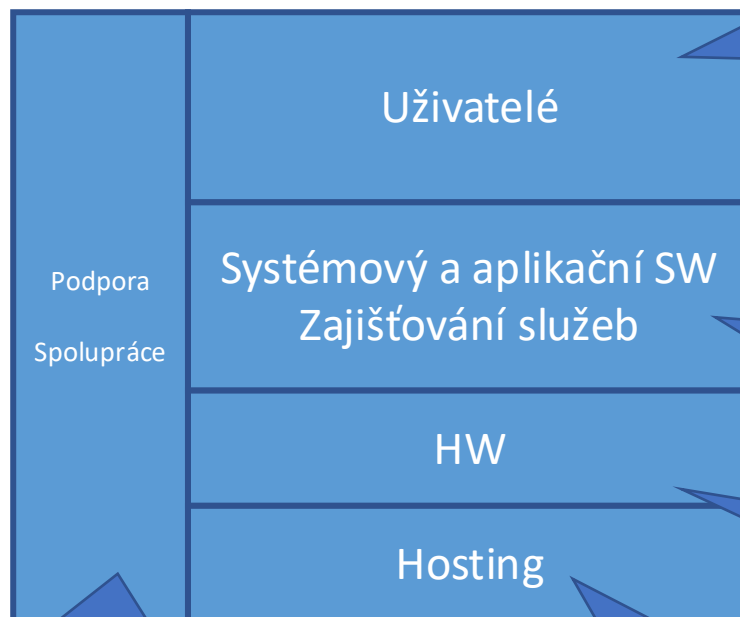
- Komunitní budování infrastruktury a služeb
- Efektivita a optimální využívání zdrojů (mapování zdroje – potřeby)
- Mezinárodní spolupráce a výměna znalostí (GEANT, EGI, WLCG, ESA)

Nový pohled na existující koncepční a technické věci

- Jedná se o trvalý proces, podobně jako u kyberbezpečnosti (PDCA cyklus)
- Nejlepších výsledků lze dosáhnout propojením všech vrstev, od uživatelů přes software, až po datacentra a energetiku
- Klíčem je know-how a schopnosti lidí (vzdělávání, sdílení znalostí, vývoj/výzkum)



Koncepce ve vrstvách



Optimalizace využití

- Přijetí části odpovědnosti
- Optimalizace výpočetních workflow
- Volba technologie (job, cloud, kubernetes)
- Popis vlastností jobu, testování
- Open Science, Data Spaces

Optimalizace sw a deploymentu

- Technologie (virtualizace, terminálový přístup, adaptivní komprese, akcelerátory)
- Efektivita algoritmů, přidělování zdrojů
- In-house/cloud/edge, síť

Energetické a ekologické parametry

- Green procurement
- Přesné a podrobné měření spotřeby
- Power management, know-how o HW

Koncepce a koordinace (governance)

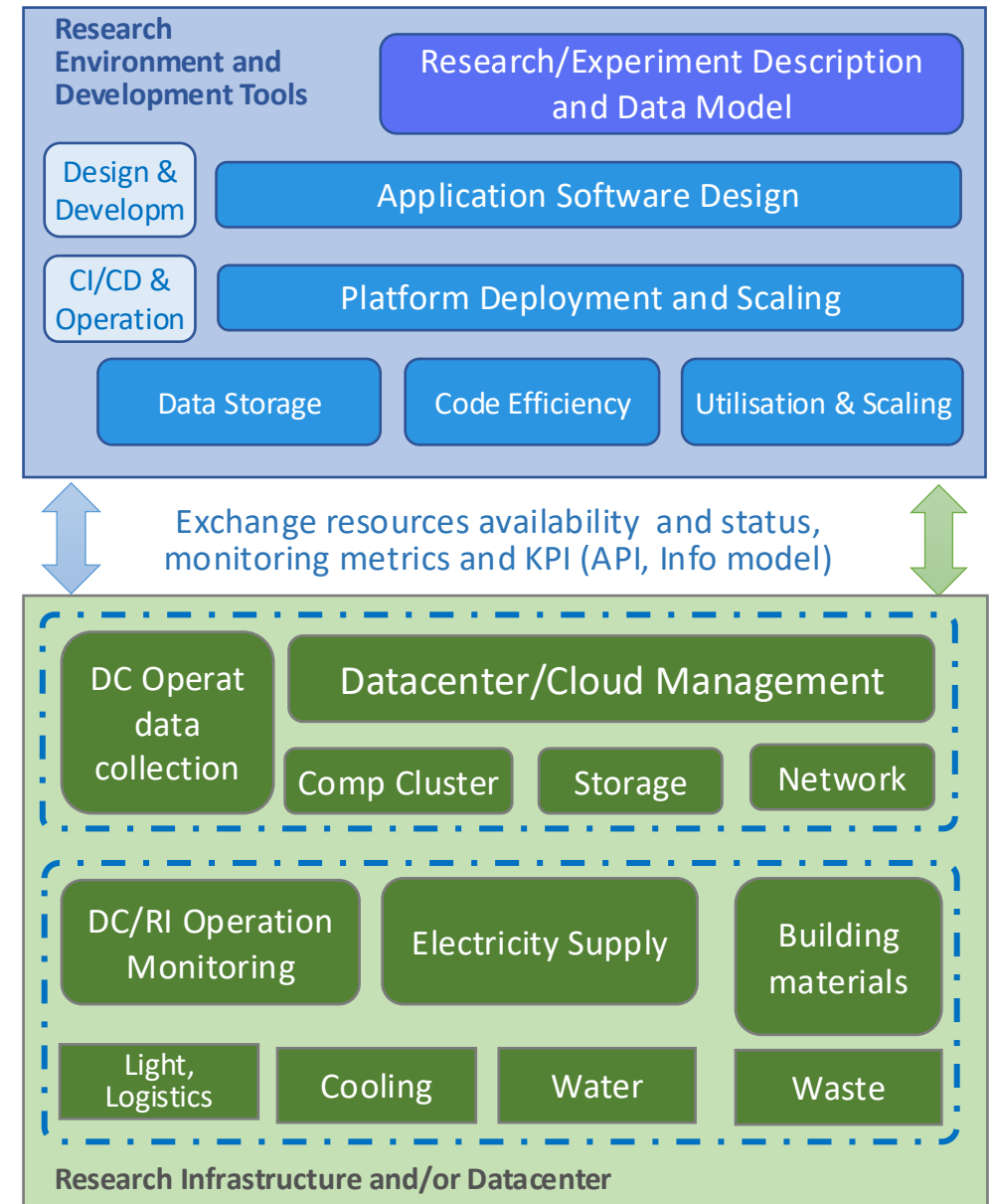
- Energetická koncepce
- Strategie udržitelnosti
- Propojení/soulad celku
- Technologické a dotační příležitosti
- Certifikace, standardy

Energeticky efektivní datacentra

- Modernizace návrhu i realizace, PUE
- Využití odpadního tepla, free cooling
- Optimalizace chlazení (regulace průtoku vzduchu, teplota)
- Přímé vodní chlazení
- Energetika (obchodně, fotovoltaika)

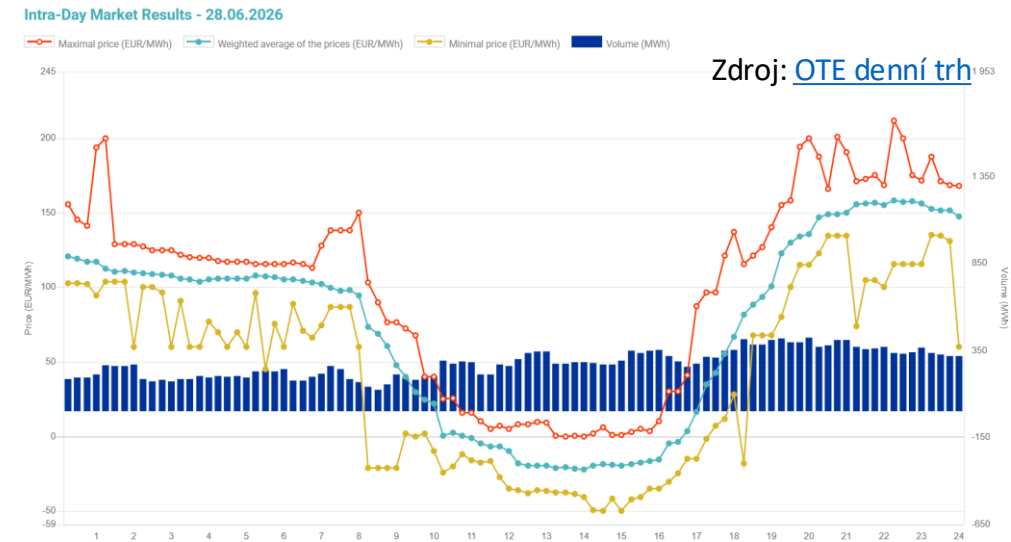
Projekt GreenDIGIT

- Projekt z výzvy Horizon Europe
 - Výzva: New technologies and solutions for reducing the environmental and climate footprint of RIs
 - Cíl: Make European Research Infrastructures Greener
 - 3 roky, konsorcium 15 partnerů, vazba na EGI.eu
 - Ve stejné výzvě projekt FlexRICAN (ELI)
 - Shared responsibility model
 - Sustainability by design



Green computing a energetická soustava

- Flexibilita = prodej schopnosti řídit spotřebu
 - Jedno z řešení energetické a klimatické výzvy [\[Teardown\]](#)
 - Smart grids, odolnost [\[IEEE SMART GRID\]](#)
 - Schopnost regulace = hodnota [\[Google\]](#)
- Plánování a matchmaking
 - Párování úloh se zdroji
 - Přidání energetických a environmentálních atributů (Green Rank)
 - IEEE Green Computing and Communication [\[IEEE GreenComp\]](#)
- Řízení spotřeby podle
 - Ceny elektřiny, regulačních potřeb soustavy
 - Uhlíkové a vodní stopy elektřiny (carbon/water footprint)
 - Potřeby odpadního tepla



[GITHUB.COM/WATTNET](#) [WATTNET.EU](#) [DASHBOARD \(BETA\)](#)

An open-source service for tracking the environmental footprint of electricity across Europe.

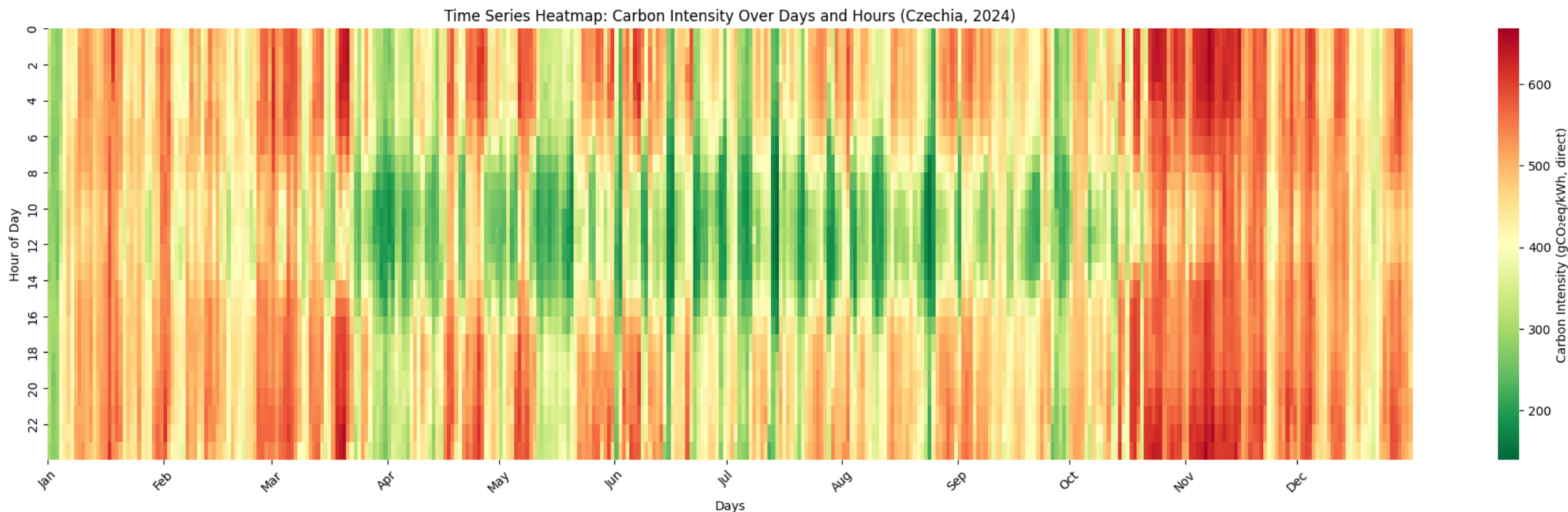
Explore the environmental footprint of electricity, powered by open data. Access **real-time**, **historical**, and **forecasted** indicators on the **carbon** and **water** impact of electricity consumption across Europe.

Wattnet is designed for **researchers**, **developers**, and **decision-makers** who rely on accurate, transparent, and reproducible environmental metrics.

For more details, visit our official website at [wattnet.eu](#).



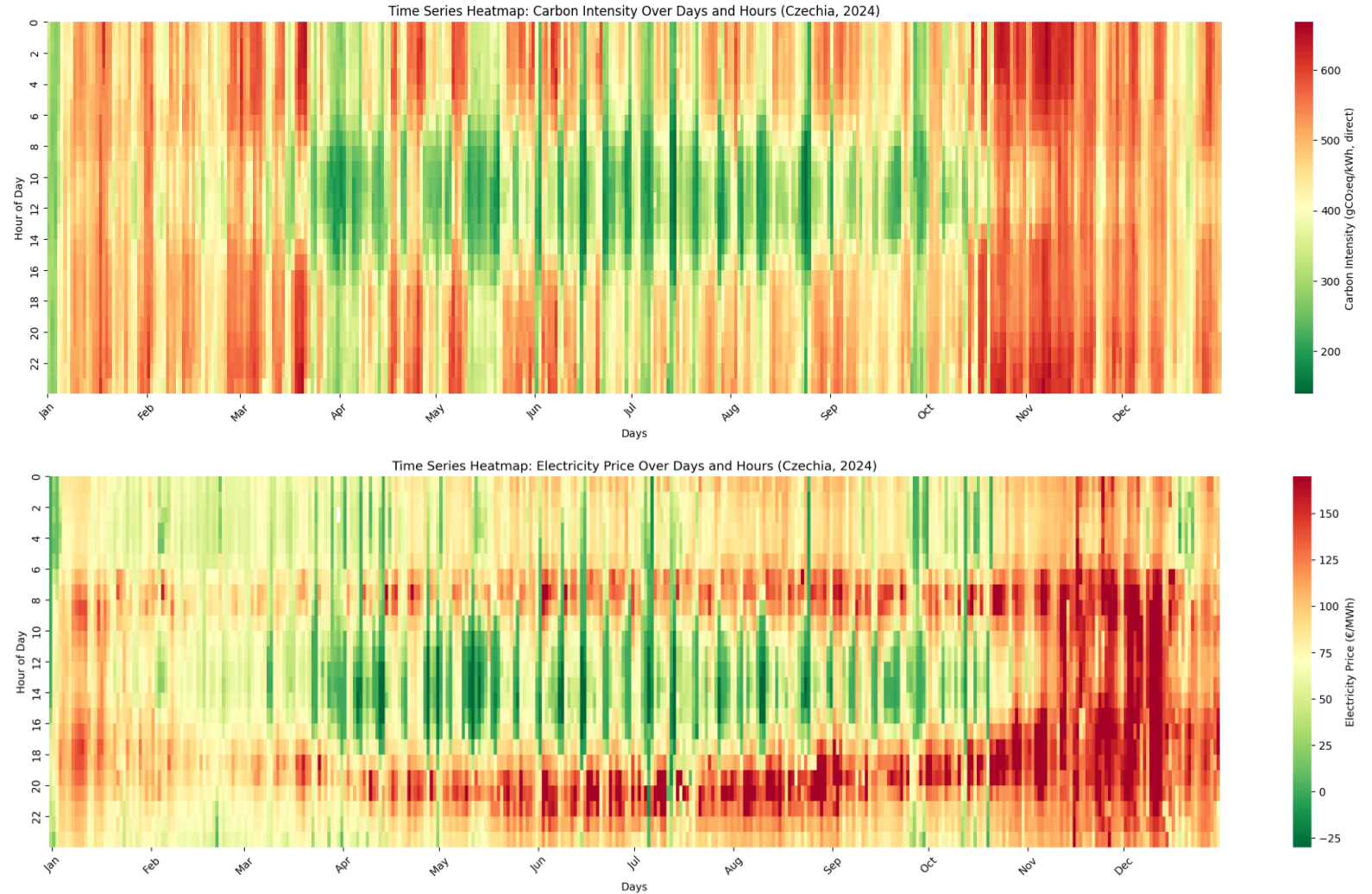
Uhlíková intenzita elektřiny v ČR



Credits: electricitymaps.com, GreenDIGIT: [carbon impact data](#), [grid-aware computing](#)

Uhlíková intenzita vs cena elektřiny v ČR

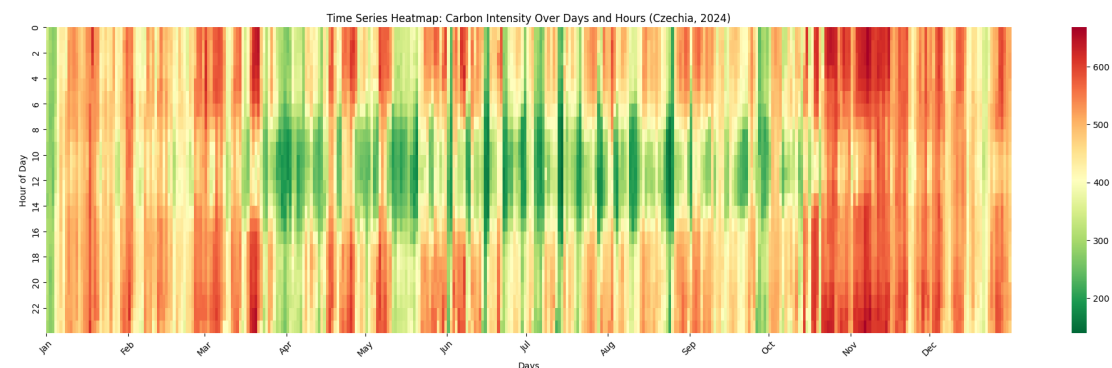
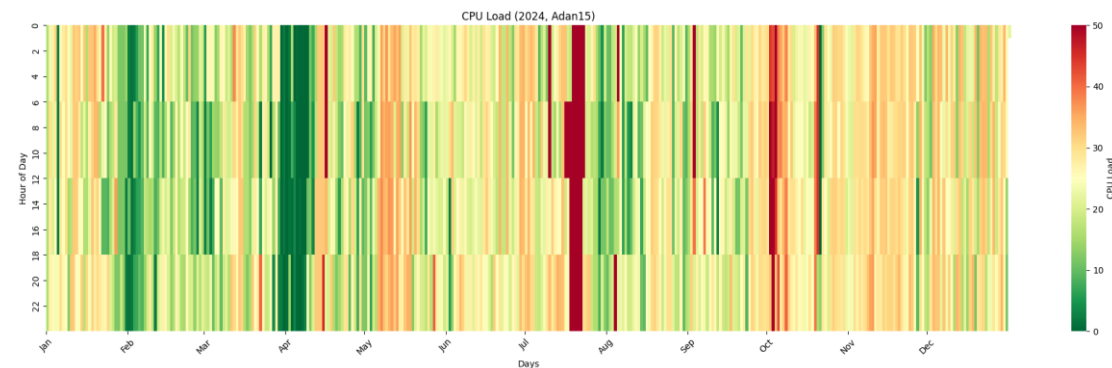
Cena elektřiny v ČR (dolní graf) je významně v relaci s uhlíkovou intenzitou (horní graf).



Credits: electricitymaps.com, GreenDIGIT: [carbon impact data](#), [grid-aware computing](#)

Profil spotřeby je významně odlišný

Spotřeba reálného výpočetního uzlu (horní graf) je typicky významně odlišná.



Credits: electricitymaps.com, GreenDIGIT: [carbon impact data](#), [grid-aware computing](#)

ThrottlePoint

- Řízení spotřeby na nejnižší úrovni
(regionální plánovač, lokální plánovač, řízení uzlu)
- Regulace CPU a GPU
- Modulární architektura
 - Signál: uhlíková intenzita elektřiny
 - Primární GreenDIGIT scénář
 - Snižování dopadu na životní prostředí
 - Driver: cena elektřiny a odběrový profil
 - Snižování provozních nákladů
 - Driver: teplota v datacentru
 - Optimalizace využití datacentra
 - Kontinuita služeb
 - Driver: signály elektrické sítě nebo místního vytápění
 - Snižování provozních nákladů a dopadu na životní prostředí

<https://github.com/GreenDIGIT-project/throttlepoint>

GreenDIGIT: Project and initiative to lower the environmental impact of digital Research Infrastructures

GreenDIGIT Consortium (GreenDIGIT Grant number 101131207)

ThrottlePoint

Opportunistic power reduction for distributed computing sites

Z. Šustr, J. Šitera, P. Vondruška, K. Pailozian, V. L. ... cesnet ... id@n ... ntrum.cz

The Energy Optimization Governor

ThrottlePoint is a cron-initiated daemon with a plugin-based architecture, allowing sites to integrate diverse decision inputs such as spot electricity pricing, carbon production rate, ambient temperature, or site-specific policies. In case it identifies the need to reduce power consumption, it responds by gradually capping

- CPU frequencies
- nVidia GPU frequencies

best poster award
EGI 2026 conference

Success Stories

25% more capacity from the same data center ThrottlePoint allows us to use the thermal headroom that would otherwise be kept as a conservative safety margin in server room design, dynamically reducing CPU performance when temperatures approach the limit. In the ADAN testbed, real-world grid workloads showed that approx. 25% more nodes could be accommodated within the existing infrastructure with reduction measures kicking in occasionally.

When cooling struggles, computing can adjust During the June–July 2026 heat waves, ThrottlePoint automatically reduced server power consumption as data center temperatures approached critical levels. The resulting drop in computing performance provided a valuable safety margin, helping protect cooling capacity and keep operational the storage infrastructure sharing the same facilities.

References

- ThrottlePoint source
<https://github.com/CESNET/throttlepoint>
- EIMPS
<https://greendigit-cim.sztaki.hu/>
- wattnet
<https://wattnet.eu/>

GreenDIGIT Partners: European ESFRI Digital Research Infrastructure

UvA (NL) - Coordinator

EGI infrastructure
EGI Foundation (NL)
CESNET (CZ)
CNRS (FR)
CSIC (ES)
SZTAKI (HU)

SLICES-RI
SU (FR)
UvA (NL)
TUM (DE)
UTH (GR)
PSNC (PL)
MI (CH)

SoBigData
CNIT (IT)
CNR (IT)
GSP (FR)

EBRAINS
EBRAINS AISBL (BE)

GreenDIGIT

This project has received funding from the European Union's Horizon research and innovation programme under the grant agreement No. 101131207

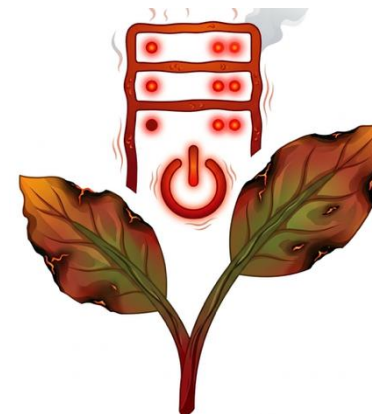
SOBIGDATA

EBRAINS

GreenDIGIT

QR code

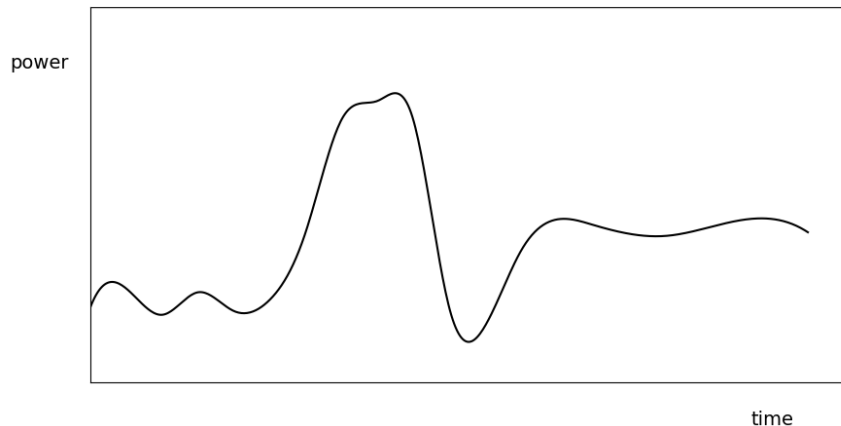
Ochrana infrastruktury pro vlny veder



- Regulace na základě teploty v datacentru
 - Řízení aktuální kapacitou chlazení
 - Automatická pojistka pro správce datacentra
- Nástroj kontinuity služeb
- Hosting výpočetní kapacity výhodou
 - Rychlé snížení spotřeby výpočetní části
 - Získá čas správci řešit poruchu chlazení
 - Chrání storage a „běžný“ HW před teplotní zátěží



Kapacita datacenter

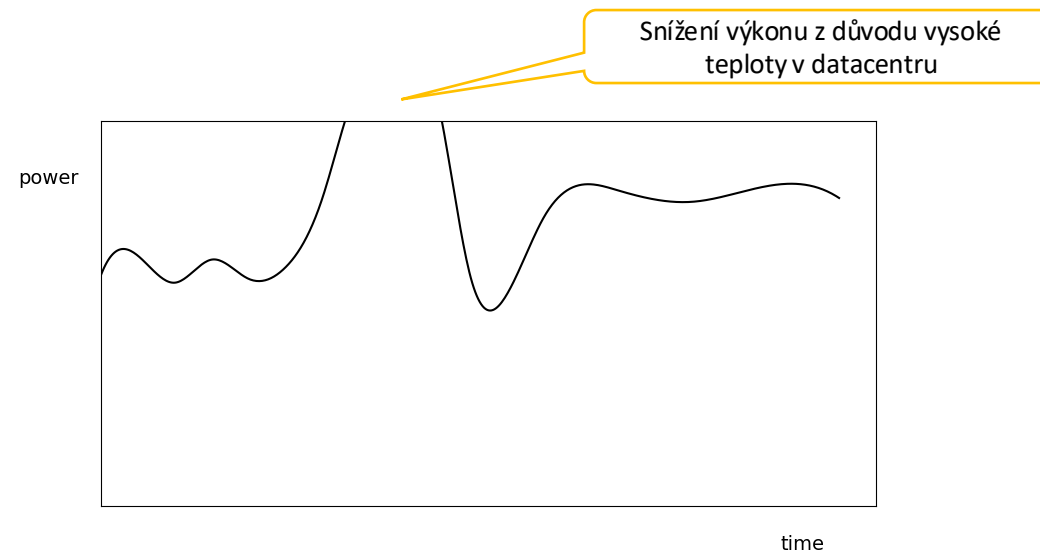


- Řešení pomocí rezervy v chlazení
- Rezerva řeší stejný problém, tj. riziko snížení chladicí kapacity poruchou či vlnou veder
- Rezervy na různých úrovních se sčítají (správce, tým, dodavatel HW)



- Více CPU/GPU
- Omezování příkonu CPU/GPU na základě teploty v datacentru

ThrottlePoint



- Lepší využití datacentra
- Automatická reakce na problémy s chlazením
- Snižování výkonu může být řízeno prioritami/sekvencemi priorit (starší HW, hostovaný, computing vs storage)
- Musíme mít část HW, kterou lze omezit (zátěž, účel)

■ Koncepce připojování zdrojů do MetaCentra

- Zdroje pořízené týmem nebo institucí jsou navrženy pro „průměrnou práci“ (kapacita, typ)
- Lepší využití zdrojů díky matchmakingu mezi joby a zdroji napříč celým MetaCentrem
- Výhoda v nabídce SW a podpoře
- Cesta růstu (vlastní HW, MetaCentrum, IT4I, LUMI)
- **Aspekt zodpovědného přístupu k životnímu prostředí**
 - Integrální součást celého prostředí, přístupu a aktivního zlepšování MetaCentra
 - Pevný základ pro nové výzvy (růst AI, energetika, ochrana životního prostředí)



Připomínka recenzenta v polovině projektu

Vaše **výsledky jsou působivé**. Pokročilé používání **AI může být ale velmi náročné na dopad na životní prostředí**. ***Jak tento aspekt řešíte?***

Děkujeme za připomínku, naše odpověď je:

- Používáme národní e-Infrastrukturu / naše zdroje jsou v ní vloženy
- e-Infrastruktura se dlouhodobě a koncepčně zabývá green computingem
- Propojení s mezinárodními e-Infrastrukturami (EGI, EOSC, GEANT), které mají dopad na životní prostředí jako prioritu
- Jmenujeme zcela konkrétní spolupráce (GreenDIGIT, green computing WG, AI4EOSC)



- GreenDIGIT je ve fázi ověřování technologií
- **Hledáme komunity, které green computing zajímá**
- **Témata:**
 - Dopad náročných výpočtů na životní prostředí
 - Opakovatelnost vědy, workflow, optimalizace
 - Continuity management (ISO 27000, NIS2)
 - Zapojení HW, projektu, týmu, do MetaCentra
 - Prodloužení životnosti HW jako řešení krize na trhu



Take out - green computing ve výpočetní infrastruktuře

- Žádné zázračné řešení, ale soubor mnoha malých příspěvků
 - Typicky malý dopad jednotlivých opatření
 - Musí se kombinovat nebo aplikovat tam, kde jsou velké počty (zařízení)
 - Klíčem k řešení je soulad celku (infrastruktura a její vrstvy + uživatelé, výpočetní workflow, práce s daty)
- Green Computing zapadá do aktivit MetaCentra
 - Nový pohled na zavedenou koncepci výzkumné infrastruktury
 - Efektivní využití HW, SW, znalostí a lidského potenciálu
 - Propojení aktuálních témat s Green Computingem: AI, otevřená věda, energetika
- Jsme tu pro vás
 - Odpovědi na nové požadavky i příležitosti, podpora projektů
 - Vkládání zdrojů do MetaCentra
 - Optimalizace výpočetních workflow, AI, práce s daty, nejen MetaCentrum (CESNET & CERIT-SC), ale také datová úložiště, spolupráce, kyberbezpečnost a další aspekty

Děkuji za pozornost. Dotazy?



Děkuji za pozornost. Dotazy?

<https://metacentrum.cz>, Jiří Sitera