

# Analýza adaptace informační infrastruktury NFA na změny klimatu

Ing. Michal Klodner, Ph.D

květen 2021

## Obsah

Cíle studie a harmonogram:.....	2
Harmonogram.....	2
Úvod: udržitelnost a společensky zodpovědný přístup ke zdrojům.....	3
Průzkum trhu osobních počítačů a komunikačních technologií (ICT).....	7
Kancelářská PC .....	7
Telefony.....	8
Notebooky.....	8
Ostatní.....	8
Informační zdroje.....	9
Zadávání veřejných zakázek .....	9
Dokumentace resilientního clusteru NFA.....	10
Testovaná konfigurace .....	10
Zkušenosti z provozu aplikací.....	10
Kalkulace spotřeby a solárního napájení.....	14
Vysoká dostupnost - technologie clusterů.....	17
Perspektivní technologie.....	18
Provoz serveroven.....	19
Zadání pro vybavení budov.....	20

## Cíle studie a harmonogram:

- snížení spotřeby energie a neobnovitelných zdrojů
- resilience v krizových situacích a dlouhodobá udržitelnost

Kromě dokumentace implementace a vyhodnocení je třeba aby

A. studie obsahovala úvod do problematiky, odbornou metodu, zdroje.

B. praktické ukazatele pro reálné použití

### **Harmonogram**

1. Průzkum trhu ICT	11 / 2019
2. Pilotní implementace resilientního clusteru	04 / 2020
3. Vyhodnocení, upgrade a dokumentace pilotní implementace	08 -10 / 2020
A. Posílení kapacity a resilience (zejm. SSD cluster)	
B. Implementace environmentálních senzorů	
C. Dokumentace, analýza spotřeby	
4. Představení první fáze analýzy, feedback	05 / 2021
5. Průzkum trhu cloudových služeb	2021
6. Klientské stanice - desktop, mobil, mobil dock	2021
7. Pilotní implementace solárního napájení	2021

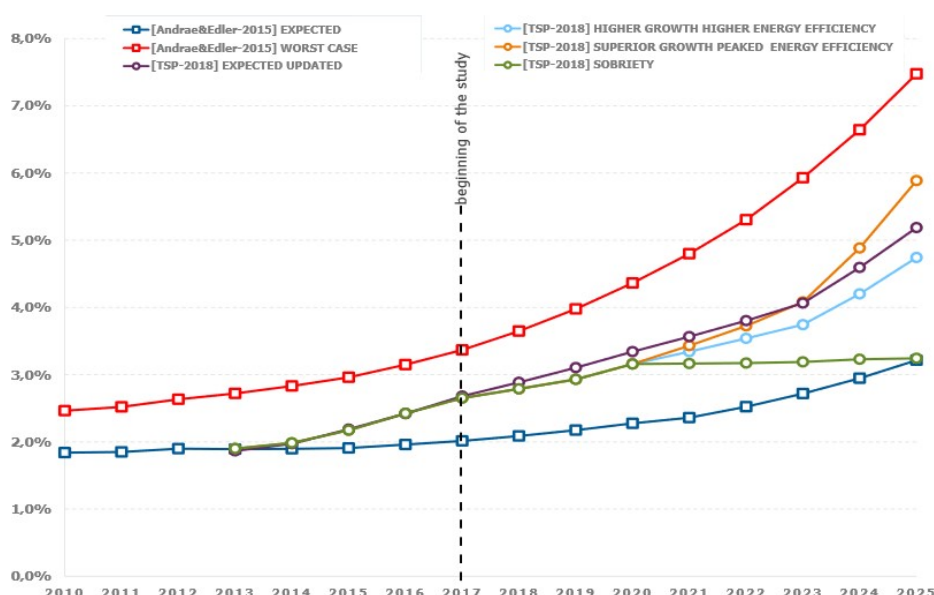
*Pozn: Analýza a návrh snížení spotřeby při klimatizaci budov a depozitářů nespadá do informační infrastruktury a měla by být zpracována v samostatném dokumentu, např. celkové Adaptační strategii NFA*

# Úvod: udržitelnost a společensky zodpovědný přístup ke zdrojům

## Pařížská dohoda a závazky EU

Pařížská dohoda formuluje dlouhodobý cíl ochrany klimatu, jímž je přispět k udržení nárůstu průměrné globální teploty výrazně pod hranicí 2°C v porovnání s obdobím před průmyslovou revolucí a usilovat o to, aby nárůst teploty nepřekročil hranici 1,5°C. V rámci Pařížské dohody se ČR jako člen EU přihlásila s ostatními členskými státy EU společně snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů o nejméně 40 % ve srovnání s rokem 1990. Přistoupením k Dohodě a k tomuto závazku bude naplňovat společný cíl EU a jejích členských států, který byl přijat Evropskou radou jako součást závěrů Evropské rady k Rámci politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 schválených dne 24. října 2014.

Podle firmy IDC bylo v r. 2012 celosvětově 500 tis. datových center, v r. 2019 však již 8 milionů, což znamená 16tinásobný nárůst. Energetickou spotřebou globálně 3% odpovídají leteckému průmyslu a predikce do r. 2025 je nárůst na 5-6% celosvětové spotřeby energie.



Evolution of global energy consumption of digital between 2010 and 2025, as a proportion of total world energy consumption

[Source: *The Shift Project 2018*, as of Andrae & Edler 2015]

Zpráva Lean ICT think-tanku The Shift Project z r. 2019 kalkuluje spotřebu koncových zařízení i datacenter a konstatuje, že např. spotřeba chytrého telefonu jako koncového zařízení je jen část spotřeby, kterou generuje v přenosové síti a operacích, které spouští v datových centrech. Telefon tak za svou životnost spotřebuje 33 násobek své průměrné roční spotřeby. Emise uhlíku přitom závisí na energetické síti a energetickém mixu země, kde ke spotřebě dochází.

Součástí Zelené dohody pro Evropu je v r. 2021 intenzivně připravovaný návrh tzv. uhlíkového cla (CBAM), nového nástroje, který by měl zajistit konkurenceschopnost evropského průmyslu v souvislosti s rostoucím zpoplatněním uhlíkových emisí v rámci Unie. Při dovozu materiálu ze zemí s emisně náročnou energetikou by mělo být tímto mechanismem u importů vyrovnáno zpoplatnění emisí pro výrobce v EU. Lze předpokládat, že kalkulace emisí obsažených ve výrobcích a službách bude stále rozšířenější a podrobnější.

Impacts		Hardwares										
		Laptop			Smartphone			Data Centre	Connected TV			Residential Router
		Min	Mean	Max	Min	Mean	Max		Min	Mean	Max	
GHG	Electricity usage (kWh / year)	13	56	100	4	6	8	6 000 000	99	157	215	100
	GHG - EU (kgCO <sub>2</sub> e / year)	4	15	28	1	2	2	2 000 000	27	43	59	28
	GHG - USA (kgCO <sub>2</sub> e / year)	7	28	49	2	3	4	3 000 000	49	78	106	49
	GHG - China (kgCO <sub>2</sub> e / year)	9	38	68	3	4	5	4 000 000	67	107	146	68
	GHG - France (kgCO <sub>2</sub> e / year)	0,5	2	3	0,1	0,2	0,3	200 000	3	5	7	3

Table 7: Digital Environmental Repository (DER), Utilization phase – Devices  
 [Source: "[Lean ICT Materials] REN", tab "DER Run Phase". Produced by The Shift Project]

[https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report\\_The-Shift-Project\\_2019.pdf](https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report_The-Shift-Project_2019.pdf)

<https://energyinnovation.org/2020/03/17/how-much-energy-do-data-centers-really-use/>

V širším rámci společensky zodpovědných přístupů nejde jen o úsporu energie, ale i tzv. raw materials, tedy např. nerostů, které se musí těžit, tato těžba je zásahem do krajiny a ekosystémů, často se odehrává v zemích s nerozvinutou ekonomickou sociální strukturou s negativním dopadem na obyvatele. Dalším problémem je neopravitelnost a s tím spojená nerecyklovatelnost zařízení, způsobená obchodními modely rychlé spotřeby. Přínosem toho, že konkrétní organizace jedná společensky zodpovědně, je také zcela jednoduchý výsledek. Méně energie znamená menší náklady, méně vzácných kovů a materiálů znamená obvykle přímou úměrou menší rozměry a hmotnost zařízení a nižší cenu. Snížení nákladů na pořízení a provoz (TCO) informačních technologií vede k lepší finanční stabilitě organizace, protože odblokuje zdroje z nepřínosných mandatorních výdajů na oblasti strategických aktivit.

Stejně jako je obrovská spotřeba energie IT sektoru, tak jsou obrovské i možnosti jejího snižování, protože její nárůst byl způsoben jednoduchým bezmyšlenkovým navyšováním výkonu, který nebyl doprovázen odpovídající adopcí efektivních technologií, která vyžaduje jiný přístup než logiku nákupu krabic. Celkový trend IT sektoru je miniaturizace. Již minimálně jednou proběhla transformace celého průmyslu z velkých sálových počítačů na osobní počítače v domácnostech, které v 80. letech 20. stol. převzaly jejich funkce i když bylo zpočátku i pro odborníky nepředstavitelné, že by byly schopné provádět úlohy v rozsahu průmyslových sálových počítačů. Vzhledem k omezené životnosti může celá generace serverů zmizet a být nahrazena embedded zařízeními během 10ti let.

Spotřebu může snižovat hned několik strategií. Mohou to být optimalizace na principu škálování, kdy lze clusterovými technologiemi rozdělit výkon, vypínat nepotřebné servery při nižším provozu, přechod z dedikovaných serverů na virtualizační a z virtualizačních na kontejnerové technologie lépe využívající hostitelské zdroje. Redukcí nevyužitých prostředků předdimenzovaných systémů efektivním škálováním lze ušetřit 10 až 25% energie. Až 40% energie je vynaloženo na chlazení.<sup>1</sup> To se někdy řeší umístěním serveroven do chladného prostředí, země s chladnějším klimatem, využitím odváděného tepla nebo použitím procesorů odolných vysokým teplotám bez chlazení. Procesory architektury ARM založené na redukované sadě jednoduchých instrukcí (RISC) jsou běžně navrhovány na tepelný výkon 1-2W bez

<sup>1</sup> <http://www.electrical-efficiency.com/2013/07/ebay-pioneers-energy-efficient-data-centers/>

chlazení, zatímco tradičně používané procesory Intel založené na rozsáhlé sadě komplexních instrukcí (CISC) mají tepelný výkon 60 - 130W a vyžadují mnohem větší plochu křemíkového čipu s náročnou drahou výrobou. I když ARM čip má jednotlivě nižší výpočetní výkon, tak při srovnání systému o stejném výpočetním výkonu dosahuje 50% úspory energie oproti procesorům Intel (bez započítání chlazení). V r. 2020 ohlásila korporace Apple u svých PC přechod na procesory ARM a britského výrobce čipů ARM koupila korporace Nvidia s cílem mj. vytvoření alternativní architektury pro datová úložiště a edge computing. Obchod stále není schválen antimonopolním úřadem, jelikož se v průběhu pandemie čipy staly takřka strategickou surovinou z důvodu závislosti na dodavatelích v mezinárodním obchodu.

Přístupy ke snížení emisí provozovatelů webhostingu a webhousingu jsou různorodé. Jde o využívání 100% obnovitelných energií z větrných farem (např. nizozemský greenhost.net), vodní energie (švýcarský datacenterlight.ch) apod. Jsou mezi nimi postupy snížení a využití odpadního tepla, např. certifikace Triple Green iniciovaná švédským poskytovatelem bahnhof.net požaduje využití odpadního tepla k vytápění lokálních domácností. Problematická je i stavba housingových center, byť využívajících obnovitelnou energii, která spotřebuje velké množství materiálu a narušuje spolu s další infrastrukturou, např. dopravní krajinu a zabírá zemědělskou půdu. Proto někteří poskytovatelé využívají brownfieldy a budovy starých továren.

Centralizace informačních služeb do velkých serveroven má nejen sama o sobě negativní ekologické dopady, ale také není vhodná pro všechny organizace. Model provozu informačních technologií na principu outsourcingu nebo tzv. cloudu vznikl poměrně nedávno a byl doprovázen nerealistickými očekáváními. Je vhodnější pro organizace typu "startup", tedy začínající firmy bez infrastruktury, které z investičních peněz potřebují rychlý rozvoj své služby, často na zkoušku, která má investorovi ukázat obchodní potenciál. Neinvestuje se do trvalých řešení, firma má jednoduchou plochou organizační strukturu a myšlenkou je koupit si informační technologie a služby na základě časově omezeného pronájmu od profesionálního poskytovatele. Provoz je zdánlivě levnější, jelikož místo investičních nákladů na 5-7 let nakupuje jen službu na několik měsíců. Služba sama je však dražší, než vlastní dlouhodobý provoz aplikačních nebo úložných technologií, přitom specializovaný technologický poskytovatel váže vysokými platy dostupné odborníky na trhu práce a ty je potom pro netechnologické organizace těžké získat. Pro jiné typy organizací je proto tento model provozu nevýhodný. Nejen dražší než nákup a provoz ve vlastní režii, ale i kvalita služby a komunikace při outsourcingu není ideální, často není s kým komunikovat, je k dispozici jen unifikovaný komoditní produkt. Rozpočtové organizace s oddělenými kapitolami rozpočtu na provoz a investice nečerpáním investic obzvláště nic nezískají. Naopak se potýkají s výše uvedenými negativními dopady na svou činnost za situace, kdy společnost očekává a vyžaduje aktivní digitální strategie.

Solární projekt Low-tech magazine je příkladem praktického provozu webových stránek na solární energii. Úsporný server architektury ARM je provozován v soukromém bytě s terasou v Barceloně s poměrně malou baterií (86 Wh) a solárním panelem (50W). Vyhodnocení ročního provozu s 95-98% uptime vyčíslilo emise oxidu uhličitého jako ekvivalent spálení 3l fosilního paliva, tedy cestu automobilu asi 50km. Přitom bylo obslouženo 865 000 unikátních návštěvníků. Je třeba podotknout, že do vyhodnocení jsou zahrnuty i emise výroby baterie a solárního panelu. Autoři studie nemají za cíl 100% uptime a experimentují i s menšími bateriemi a panely ve scénáři, kdy postačuje provoz webu po dobu několika hodin po západu slunce, protože později v noci je návštěvnost minimální a energie provozu by nebyla využita. Docházejí také k závěru, že další zvýšení efektivity by byl provok většího množství webů na jednom solárním systému, kdy se již dále nezvyšují ztráty uložení energie v baterii a konverze napětí.

Zajímavým závěrem je také to, že velké množství emisí způsobuje výroba komponent v Číně, kde je emisní náročnost energetické sítě mnohem vyšší než ve Španělsku nebo jiných Evropských zemích.<sup>2</sup>

Se vzrůstajícími společenskými požadavky na klimatickou zodpovědnost se objevují i nejrůznější manipulace informacemi. Poskytovatelé energie nebo cloudových služeb propagují dodávání nebo používání tzv. zelené energie i když dělají pouze účetní nebo PR operace, aby neztratili konkurenceschopnost. Typický dodavatel energie z energetického mixu z např. pouhými 20% obnovitelné energie inzeruje ekologický produkt, kdy zákazníkům se zájmem o něj prodá energii z tohoto podílu a žádným způsobem fosilní zátěž nesnižuje, příp. nakoupí volně dostupné certifikáty obnovitelného původu a těmi kryje spotřebu fosilní. Google zatímco inzeruje provoz datacenter na obnovitelnou energii, prodává AI a cloudové služby na zefektivnění těžby ropy a tedy zlevnění a prosperitu ropné a plynové energetiky. Tedy průmyslu spotřebovávajícího nesrovnatelně více fosilní energie. Google spotřebovává 10.6 TWh obnovitelné energie, ale fosilní průmysl, který podporuje, spotřebuje 85 000 TWh.<sup>3</sup> Jeho obnovitelná energie je jenom mediální odpustek, osmina promile ve službách té 99.9 fosilní. Podobně ropné společnosti používají obnovitelnou energii na ropných těžebních plošinách. Stejně se chová Facebook, kdy jeho obchod s reklamou zahrnuje komerční propagaci fosilních firem a dlouhodobé manipulační kampaně nebo podporu lobby masivního odlesňování a marginalizaci hlasu environmentálních organizací.

V této studii se budu zabývat resilientními systémy, tedy odolnými proti poruchám vlastních komponent, tak i vnějším vlivům, jako růst cen energií nebo výpadky energií z jiných příčin, které klimatická krize může přinést. Jejich význam však není primárně v krizových situacích. Převážně v běžném provozu poskytují energetický komfort, svým způsobem "energetický polštářek", který je zdarma a snižuje starosti. Tyto systémy při ekvivalentní užité hodnotě pro koncové uživatele informačních služeb zahrnují autonomní zdroje energie a svým nízkonákladovým bezemisním provozem jsou resilientní i nedostatku provozních nebo investičních financí. Jejich cena je zlomkem ceny historických technologií používaných v této oblasti dříve.

---

<sup>2</sup> Low-tech Magazine: How Sustainable is a Solar Powered Website?

<https://solar.lowtechmagazine.com/2020/01/how-sustainable-is-a-solar-powered-website.html>

<sup>3</sup> <https://www.czechsight.cz/google-microsoft-a-amazon-pomahaji-ropnym-spolecnostem-hledat-nove-naleziste-ropy>

# Průzkum trhu osobních počítačů a komunikačních technologií (ICT)

s ohledem na sociálně zodpovědné zadávání zakázek

Požadavky:

- výrobce má popsány a zdokumentovány procesy sociálně a environmentálně zodpovědného nákupu surovin
- výrobce nevyužívá práci v nedůstojných podmínkách, dětskou práci
- zařízení jsou charakteristická nízkou spotřebou energie
- zařízení využívají software s otevřeným kódem a dávají uživateli plnou kontrolu nad jeho osobními údaji a uloženými daty

## **Kancelářská PC**

(min. 4 jádra procesor, min. 4GB RAM - vzhledem k využití efektivních opensource OS, ekvivalentní 8 GB RAM u proprietárních OS, max. 20W, pravděpodobně nespadá do NIPEZ Osobní počítače, ale 30215000-9 Mikropočítačové technické vybavení, příslušenství jako zdroje, karty 30234600-4 Flash paměť)

Raspberry Pi 4B (4G / 8G RAM)

1500 / 2200 Kč,

zdroj, chladič (box), SDXC 128GB karta

1800 Kč



Raspberry Pi 400 (4G RAM)

2000 Kč



ODROID N2 (4G RAM)

2600 Kč

zdroj, box, SDXC 128GB karta / eMMC 32GB

1500 Kč

## Telefony

<b>Fairphone 3</b> (Android 9) <a href="https://shop.fairphone.com/en/">https://shop.fairphone.com/en/</a>	450 E
<b>Pinephone</b> (Postmarket OS) <a href="https://store.pine64.org/">https://store.pine64.org/</a>	150 / 200 \$
<b>Shift 5/6</b> (Shift OS - Android 8) <a href="https://www.shiftphones.com/en/">https://www.shiftphones.com/en/</a>	400 / 555 E

## Notebooky

<b>Pinebook Pro 14"</b> <a href="https://store.pine64.org/">https://store.pine64.org/</a>	200 \$
<b>SHIFTMu</b> (bundle telefon Android 10, klavesnice, display) <a href="https://www.shiftphones.com/en/">https://www.shiftphones.com/en/</a>	1550 E

## Ostatní

Zařízení, které neodpovídají zcela původnímu vymezení, ale splňují třeba jen některý z požadavků:

PC s nutnou kompatibilitou Intel/Windows

<b>LattePanda V1.0</b> - 4GB/64GB s licenci Windows 10 Ent. LTSB	6000 Kč
--	---------

Telefon a notebook zaměřené na oblast zabezpečení a ochranu soukromí

<b>Librem 5</b> <a href="https://shop.puri.sm/shop/librem-5/">https://shop.puri.sm/shop/librem-5/</a>	700 \$
--	--------

<b>Librem 13</b> (PureOS linux) <a href="https://shop.puri.sm/shop/librem-13/">https://shop.puri.sm/shop/librem-13/</a>	1400 \$
--	---------





## **Informační zdroje**

### **Ethical Consumer**

hodnotí výrobce a poskytovatele služeb (mobilní telefony, laptopy, PC, email, streaming...) v několika kategoriích:

- Konfliktní minerály
- Toxické chemikálie (např. PVC ohrožuje zdraví a způsobuje ekologickou zátěž)
- Vykazování uhlíkových emisí výrobci
- Práva zaměstnanců a vyhýbání se daním

<https://www.ethicalconsumer.org/technology>

### **iFixit**

Skóre opravitelnosti mobilních telefonů, tabletů laptopů

<https://www.ifixit.com/Right-to-Repair/Repairable-Products>

### **Zadávání veřejných zakázek**

**Novela č. 134/2016 Sb.**, o zadávání veřejných zakázek stanovila, že „*zadavatel je při postupu podle tohoto zákona, a to při vytváření zadávacích podmínek, hodnocení nabídek a výběru dodavatele, povinen za předpokladu, že to bude vzhledem k povaze a smyslu zakázky možné, dodržovat zásady sociálně odpovědného zadávání, environmentálně odpovědného zadávání a inovací ve smyslu tohoto zákona. Svůj postup je zadavatel povinen řádně odůvodnit.*“

**Metodické dokumenty MŽP** k zadávání veřejných zakázek:

[https://www.mzp.cz/cz/setrna\\_verejna\\_sprava](https://www.mzp.cz/cz/setrna_verejna_sprava)

### **ČSN EN ISO 14001:2016 – SYSTÉM ENVIRONMENTÁLNÍHO MANAGEMENTU**

U služeb (poskytovatelů hostingů, připojení, cloudových služeb lze požadovat ISO 14001. Jedná se o systémově orientovanou normu, která definuje požadavky na systém environmentálního řízení firmy. Výsledkem je znalost a dodržování požadavků na ochranu životního prostředí, systém zlepšování činnosti firmy k životnímu prostředí a prevence vzniku environmentálních havárií.

<https://www.mikrosys.cz/cz/s346/MIKROSYs/c512-CSN-EN-ISO14001-2016>

# Dokumentace resilientního clusteru NFA

## Testovaná konfigurace

2x ARM server  
Raspberry Pi 4B 4GB RAM, 32GB SDHC,  
1TB SSD Samsung T5

2x environmentální jednotka  
Raspberry Zero, Enviro+ board

## Systémové/kontejnerové softwarové prostředí:

[Ubuntu 20.04 LTS ARM 64bit.](#)

u environmentální jednotky Raspbian 32bit,  
Docker s kontejnery Alpine Linux aj.

## Aplikační komponenty:

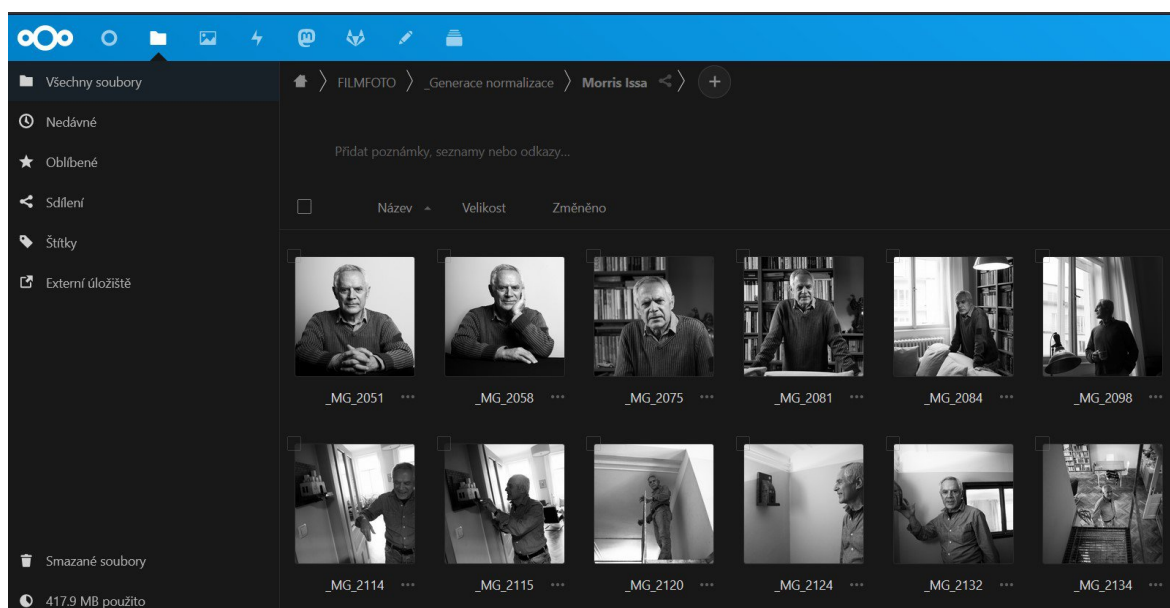
Nextcloud 20, Onlyoffice Document server,  
Hubzilla 5, PostgreSQL, Nginx



## Zkušenosti z provozu aplikací

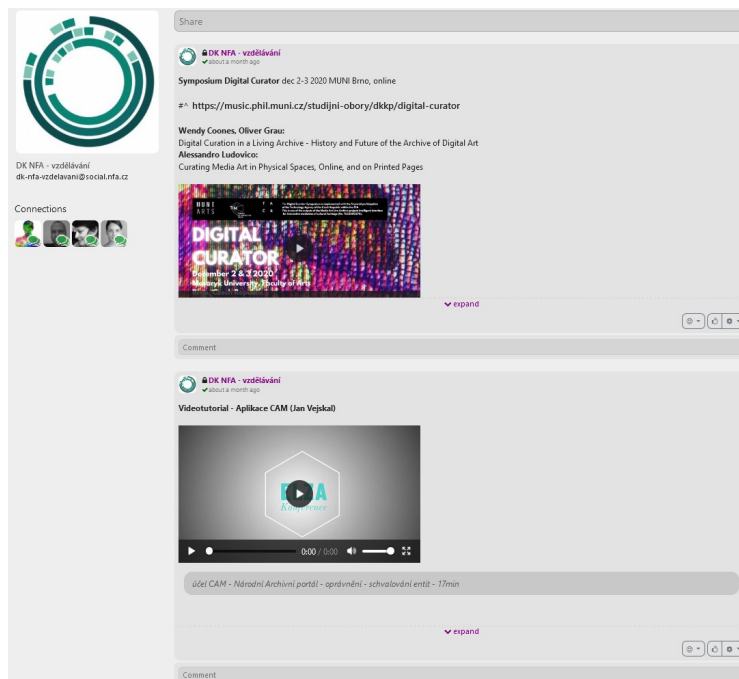
[depozitar.nfa.cz](#) (sw Nextcloud, verze 20 a 21)

Rozhraní zejm. pro vzdálený přístup k souborům na úložištích. Bezproblémový běh aplikace zpomalovalo jenom internetové připojení v lokalitě Konviktu a externí připojování úložišť využívající sekundární požadavky, kdy odpověď úložišť je nutně s určitým zpožděním.





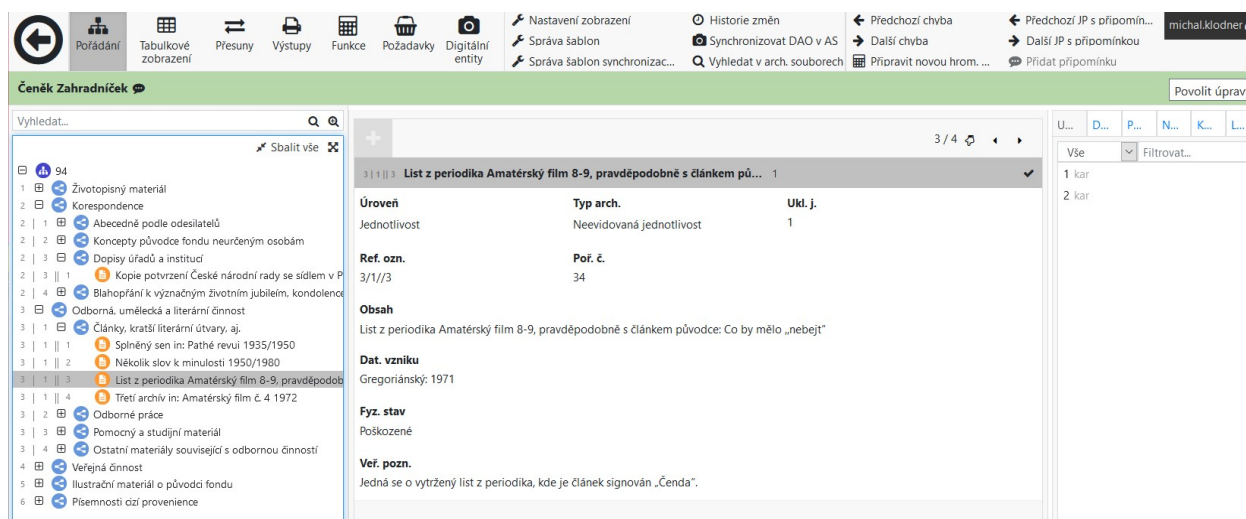
Social.nfa.cz byl spuštěn v průběhu pandemie Covid a byly na něm zrealizovány 2 virtuální badatelny, které v období prvního roku obsloužily asi 15 badatelů prostřednictvím online přístupu bez nutnosti návštěvy fyzických badatelen. To je využitelné i v běžných podmínkách pro mimopražské badatele (např. ze Zlína nebo Ostravy je fyzická návštěva celodenní cesta, což silně omezuje lidi s malými dětmi, zdravotně postižené apod.). Zpřístupnění dokumentů je privátní pouze adresně pro registrovaného a ohlášeného badatele s badatelským listem.



Dále je na social.nfa využíváno několik kanálů oddělení DK pro projektovou práci, dokumentaci a školení. Díky podpoře otevřených protokolů společenských sítí lze využívat i informační zdroje jiných institucí, které je podporují ve stále větší míře. Testovací provoz bezproblémový.

[elza.nfa.cz](http://elza.nfa.cz) (sw Elza v. 2 a 2.1)

Pořadací software pro archivní popis doporučený Archivní správou, používá Oddělení písemných archiválií, celkem asi 4 osoby. Provoz aplikace Java JDK v sestaveném multiplatformním balíčku hladký.







## Kalkulace spotřeby a solárního napájení

Spotřebu z hlediska serverového použití můžeme u Raspberry Pi sledovat hlavně u modelu 4B, kelikož nižší modely mají omezenou RAM a značně nižší rychlost paměťové SD karty a nedisponují USB 3 pro SSD disky, takže nejsou pro serverové použití vhodné. Je třeba ale připočítat spotřebu sensorových desek s Raspberry Zero a SSD disků.

### Raspberry Pi 4 B

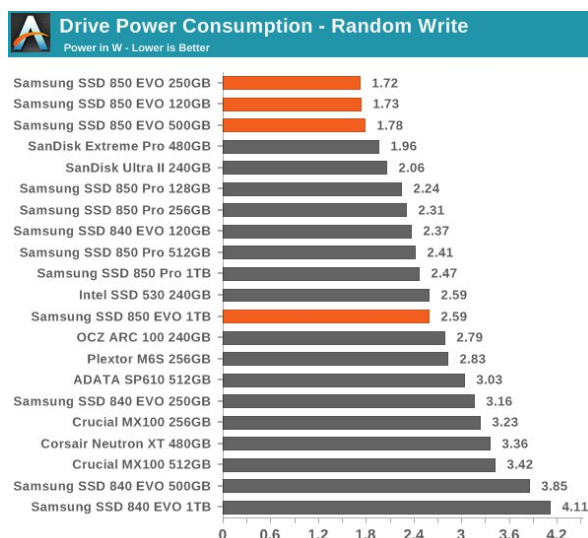
Idle	540 mA (2.7 W)
ab -n 100 -c 10 (uncached)	1010 mA (5.1 W)
400% CPU load (stress --cpu 4)	1280 mA (6.4 W)
Zero (HDMI off, LED off, USB WiFi)	120 mA (0.7 W)
USB 3 64GB SSD	850 mA (~4.25 W)

Zdroj: Raspberry Pi Dramble Power Consumption Benchmarks  
<https://www.pidramble.com/wiki/benchmarks/power-consumption>

Specifications	8 TB	6 TB	4 TB	3 TB	3 TB
Standard Model Numbers	ST8000DM004	ST6000DM003	ST4000DM004	ST3000DM007	ST3000DM008
Power Management					
Startup Power (A)	2	2	2	2	2.5
Operating Mode, Typical (W)	5.3	5.3	3.7	3.7	8
Idling Average (W)	3.4 W	3.4 W	2.5 W	2.5 W	5.4 W
Standby Mode/Sleep Mode, Typical (W)	0.25/0.25	0.25/0.25	0.25/0.25	0.25/0.25	0.75/0.75

[https://www.seagate.com/www-content/datasheets/pdfs/3-5-barracudaDS1900-10-1802GB-en\\_AU.pdf](https://www.seagate.com/www-content/datasheets/pdfs/3-5-barracudaDS1900-10-1802GB-en_AU.pdf)

Zde se jedná o příklad spotřeby moderních HDD, kdy záleží na výrobci a generaci HDD. Starší HDD měly typicky spotřebu 12W. I zde je uvedena typická operační spotřeba, kdy okamžitá spotřeba při zátěži bude vyšší. U SSD je typická spotřeba okolo 3W, přičemž i u modelů vyšších kapacit 2-4TB je při plném zatížení při zápisu do 5W. U SSD je možné také vzít v úvahu vyšší výkon provedených operací, tj. vyšší spotřeba je po kratší dobu než u HDD.



<https://www.anandtech.com/show/8747/samsung-ssd-850-evo-review/10>

Toshiba SSD/SSHD/HDD Storage products  
2016 catalog

[https://www.db-tech-showcase.com/wp-content/dbts\\_museum/Toshiba/Toshiba\\_catalog\\_EN.pdf](https://www.db-tech-showcase.com/wp-content/dbts_museum/Toshiba/Toshiba_catalog_EN.pdf)

Spolu s tím, že výroba SSD je méně náročná na spotřebu energie a zdrojů, jsou SSD považovány za energeticky úspornější. Na testované konfiguraci však nebylo cílem ukládání velkého množství dat. Vysokými kapacitami diskových polí s HDD se budeme zabývat dále.

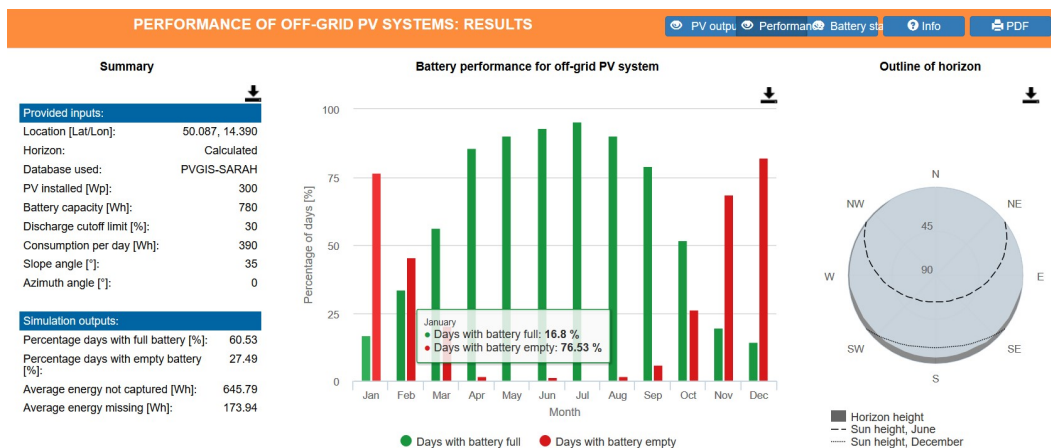
## Celková spotřeba jedné clusterové jednotky se senzory

2x Rpi 4B, 2x SSD, 1x Rpi Zero	Výkon	Kapacita 8h 5V	Kapacita 24h 12V	Kapacita 48h 12V kombinovaná*	spotřeba 30 dní
Idle	11 W	17.6 Ah	22 Ah	65 Ah	11.7 kWh
Typical	17 W	27.2 Ah	34 Ah		
Max load	24 W	38.4 Ah	48 Ah		

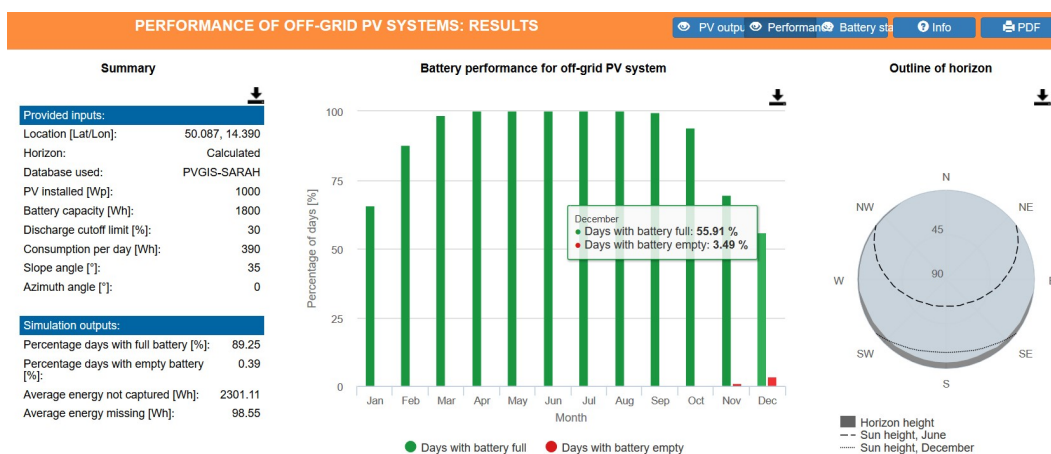
\*16h idle, 24h typical, 8h max

## Solární napájení

Zajištění nepřerušného provozu vyžaduje buď dostatečně dimenzovaný solární systém s úložnou baterií, nebo kombinované napájení z veřejné sítě. Ostrovní solární systém má výhodu v největším využití sluneční energie a tím šetrnosti k energetickým zdrojům a minimální závislosti na nich. Jeho nevýhodou je však nutnost dimenzování s velkou rezervou kvůli dnům bez přímého slunečního svitu a zimnímu období. To je zase náročné na suroviny a většina výkonu a kapacity je v letních měsících nevyužita. Jako vhodnější se může jevit design využívající většinu solární energie a při jejím nedostatku kombinované využití energie z veřejné sítě.



1 panel 300Wp,  
65Ah 12V  
baterie (max.  
70% vybití),  
Praha:  
spolehlivý  
provoz clusteru  
jako ostrovního  
by byl možný  
duben-květen.  
Cena cca  
7000Kč



Více panelů  
celkem  
1000Wp,  
baterie 150Wh:  
dostatečně  
spolehlivý  
systém pro  
celoroční  
provoz, za  
cenu vyšších  
nákladů. Cena  
cca 18000 Kč

Kalkulace: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP)

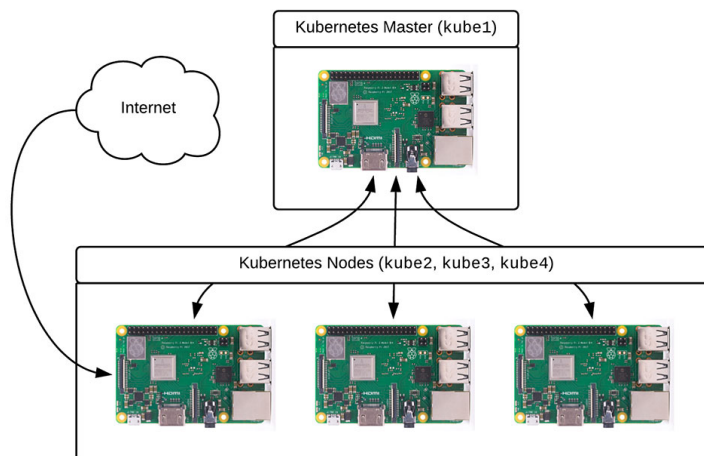
## Shrnutí:

Analýza byla provedena pouze jako kalkulace a nedošlo k praktickému ověření stavbou solárního systému. Vzhledem ke zjištěným údajům by nebylo jisté, že dojde k ekonomické úspoře a nebo by úspora byla za cenu značné surovinové náročnosti, což vychází z testované konfigurace. Ta je příliš malá pro smysluplnou stavbu kombinovaného systému, vyžadující kombinovaný měnič a pro malý nenáročný ostrovní systém, jako v případě Low-tech magazine, je zase příliš výkonná a v podmínkách Prahy oproti Barceloně nevyhází jako výhodná. Skutečná stavba systému by se vyplatila tehdy, kdyby byl co největší a používal kombinovaný měnič, tedy kdyby systém napájel více clusterových jednotek nebo dalších síťových prvků spolu s kombinovaným jištěním ze sítě, vybaveným přijatelnou kapacitou baterie a výkonem panelů, který by využil většinu přijaté sluneční energie. Ve větším systému by se vyplatilo i doplnění jednotky řízení napájení, která by vypínala clusterové jednotky v případě jejich nevyužití. Bilanci v každém případě pozitivně mění úspora ve vypnutí odpovídajícího výpočetního výkonu tradičních serverů, která zde nebyla kalkulována, kdy např. spotřeba serveru 250W je nahrazena clusterem 25W.



## Vysoká dostupnost - technologie clusterů

Pro zajištění chodu informačních služeb nezávisle na výpadcích (proudu, hardware) se používají technologie vysoké dostupnosti, které do r. 2020 vypsely k jednoduše použitelnosti, aplikovatelnosti na tzv. edge nebo embedded zařízeních a dostupnosti zdarma s otevřeným zdrojovým kódem. Pod pojmem vysoká dostupnost nebo cluster se skrývá celá řada technologií, od jednoduchých technik po velmi komplexní. Dělit se také dají na techniky týkající se aplikační dostupnosti, spojené často s postupy rozložení zátěže (load balancing), datového perzistentního storage nebo specificky databázových systémů.



### Základní mod: failover system, hot standby

Při tomto modu je v reálném čase udržován v aktuálním stavu záložní systém, není však využíván, k jeho nasazení dojde okamžitě při výpadku primárního systému. Výhoda je zde jednoduchost implementace.

Storage: DRBD Single primary (mody: C pomalejší synchro zápis nebo stačí A nečeká na zápis na secondary)

<https://ubuntu.com/server/docs/ubuntu-ha-drbd>

Virtual IP (K3s + MetaLB + Nginx): technologie kdy aktivní systémy sdílí další IP adresu, která zůstává aktivní při výpadku kteréhokoli z nich

### Pokročilé mody: multiple master, load balancing

V pokročilých modech clusteringu je schopno požadavky vyřizovat více aktivních systémů současně. Load Balancing Proxy pak může požadavky přidělovat na volné systémy podle vytížení. Jednodušší je případ, kdy ve více pouze serverů aplikační vrstvy, které využívají společný databázový server. Pokud i DB má být ve více instancích nebo zápis do souborového systému provádí více různých instancí, je potřeba použít clusterové filesystémy (GFS) nebo v prostředí Kubernetes operátory storage.

K3s

<https://kauri.io/#install-and-configure-a-kubernetes-cluster-with-k3s-to-self-host-applications/418b3bc1e0544fbc955a4bbba6fff8a9/a>

LINSTOR Kubernetes Operator

<https://linbit.com/linstor/>

<https://www.youtube.com/watch?v=xilj4HJF75M>

Ceph / Rook

<https://fdeantoni.medium.com/running-rook-with-k3s-5e2c79159eaf>

<http://www.sebastien-han.fr/blog/2019/05/25/KubeCon-Barcelona-Rook-Ceph-and-ARM-A-Caffeinated-Tutorial/>

# Perspektivní technologie

## Traverse Ten64

Zařízení může plnit úlohu WiFi hotspotu na chodbách či v kancelářích a současně tvořit výpočetní a úložný cluster. Např. 20 hotspotů osazených 1TB SSD disky a 8GB RAM tvoří superpočítač s 160 výpočetními jádry, 160GB RAM, 10 TB zálohované úložné kapacity s páteří optickou 10Gbit sítí. Pro srovnání provoz kancelářského systému Nextcloud namísto služby GSuite při současném plnění funkce síťové infrastruktury a několikanásobně vyšší rychlosti a kapacitě. Tato infrastruktura by fungovala bez serverovny a i při výpadku internetového připojení.

- open hardware
- 8mi jádrový ARM procesor, DDR4 SO-DIMM až 32 GB ECC paměti
- 2x 10 gigabit SFP+ 8x 1 gigabit ethernet
- M.2 Key M pro NVMe SSDs, 2x Mini-PCIe (pro WiFi kartu apod)



<https://www.crowdsupply.com/traverse-technologies/ten64>

## Ambedded Ceph Storage Appliance

8x HDD, 8x ARM quad-core, 4x 10 Gbps, no single point of failure 105 Watt - pro OpenStack, Kubernettes, S3

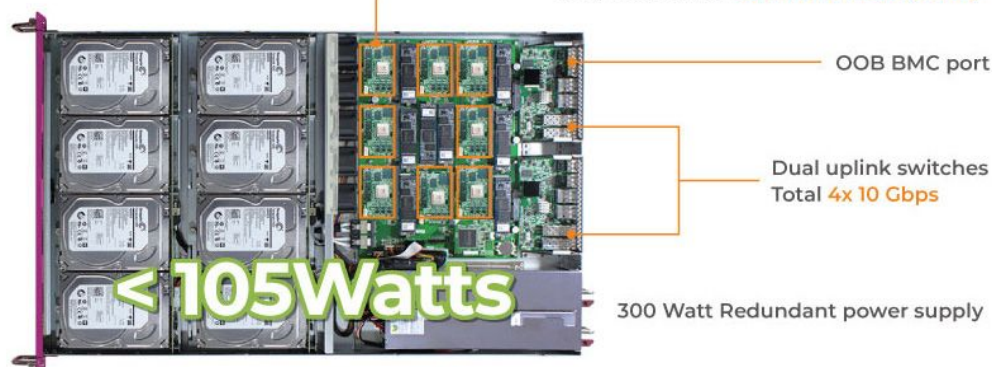
### Storage Device

- 8x SATA3 HDD/SSD OSD
- 8x SATA3 WAL/DB SSD



### 8x ARM Quad Core Micro-Server

- 4GB DDR4
- 8GB Flash: System disk
- 5 Gbps LAN
- < 5 Watts power consumption
- Every node can be OSD, MON, MDS, Gateway



<https://www.ambdedd.com.tw/en/product/ceph-storage-appliance.html>

## Provoz serveroven

Energetická náročnost serveroven se hodnotí faktorem PUE (Power Usage Efficiency). Je to poměr celkové spotřeby datového centra a spotřeby vlastních zařízení. Běžně se předpokládá hodnota 2 (50% výkonu spotřebuje chlazení a další technologická zařízení datacentra), lze však dosáhnout PUE 1.1 - 1.2 a ideálním faktorem je PUE 1.

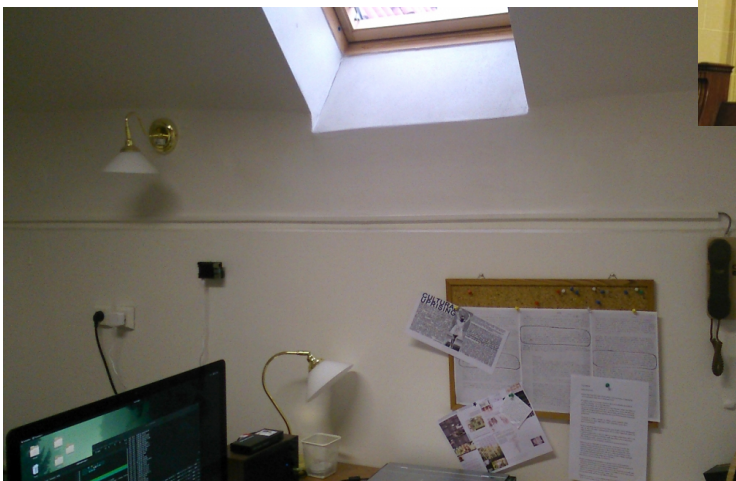


Chlazení přirozeným vyzařováním tepla lze využít při nízké hustotě výkonu v decentralizovaných řešeních apod..

Servery Internet Archive

<http://blog.archive.org/2016/06/23/decentralized-web-server-possible-approach-with-cost-and-performance-estimates/>

Raspberry Pi v kanceláři





**ICEraQ** - chlazení high density serveroven za pomoci el. nevodivé kapaliny

mPUE <1.05



<https://www.grcooling.com/iceraq/>

### Kombinované měniče solární energie / AC síť



3KVA-24, DC/AC 24V/3000W, regulátor PWM, nastavitelná priorita AC nebo BAT, 8000 Kč vč. DPH

Solární panely 4x 270Wp spojené paralelně), 2x AGM polotrakční nebo trakční baterie 100–150Ah zapojené v serii

<https://www.hadex.cz/g508b-kombinovany-menic-napeti-3kva-24-dcac-24v3000w-regulator-pwm/>

### Hybridní UPS

<http://www.tescom-ups.com/EN/tescom-solar-hybrid.html>



### Zadání pro vybavení budov

#### Rozvaděče kombinované (příklad)

- prostorově decentralizované racky v různých částech budovy tak, aby bylo možné je chladit pouze přirozenou nebo řízenou ventilací, nejlépe ve spojení s ventilací budov
- spojení provozu komponent serverových a úložných systémů se síťovými prvky
- páteřní síť mezi racky optická 2x 10 Gbit
- UPS záložní zdroje na nezávislém stabilizovaném okruhu, dobíjené primárně ze solárního systému budovy, bateriová kapacita sdílená se solárním systémem
- Instalovaný el. výkon v jednom racku max. 300W, teplota vzduchu v rozvaděči by neměla překročit 30°C, teplota šasi zařízení uvnitř max. 35°C