



CTU

UCEEB

POČÍTAČOVÉ SIMULACE JAKO NÁSTROJ PRO NAVRHOVÁNÍ BUDOV

Bořivoj Šourek, Tomáš Matuška
Energetické systémy budov, UCEEB ČVUT v Praze



CTU
UCEEB

**návrh budov a systémů podle norem
je bezpečný**

**avšak často předimenzovaný
(a drahý)**

jak mohou pomoci simulace ?



CTU

UCEEB

POČÍTAČOVÉ SIMULACE

- výpočet v pokročilém programu s hodinovým a kratším krokem
- dynamická simulace umožňuje zohlednit podrobněji:

jednoduché i komplikované stínící prvky, nestandardní stavební prvky

proměnlivé klimatické podmínky (sluneční záření, teplota, vlhkost)

různé profily užívání (hodinový krok i kratší) – obsazenost lidmi, vnitřní zisky (tepelné, vlhkostní), profil větrání, chod technologie

různou dynamiku prvků (budova - akumulční zásobník - fotovoltaický panel)

konkrétní regulaci technických zařízení a její vliv na funkci, na úspory

vazby mezi technologiemi

realistické potřeby výkonů, potřeby energií



CTU

UCEEB

POČÍTAČOVÉ SIMULACE

- jednou postavený model snadno umožňuje rozmanité analýzy
 - změna vlastností obálky budovy
 - změna velikosti technologie, zdrojů

**podklad pro rozhodování
developerů**

- testování okrajových podmínek provozu
- testování různých regulačních strategií

**podklad pro specialistu v oblasti
regulace**

- kombinování různých technických systémů
- nasazení obnovitelných zdrojů energie

podklad pro projektanty TZB



CTU

UCEEB

jak mohou pomoci simulace ?

zmenšit instalovaný výkon – reálná potřeba výkonu pro vytápění, chlazení, teplá voda

odhalit problémy s výkonem – provoz za nestandardních podmínek (náběh obsazenosti budovy, měnící se klimatické podmínky: teplý rok x studený rok)

vhodný návrh OZE – reálná využitelnost, zvláště u solárních systémů

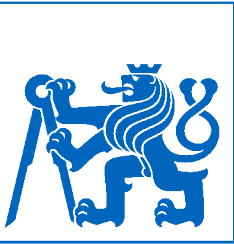
komplikované prvky – funkčnost stínících systémů, vliv prvků na přehřívání

vliv regulace – na úspory energie, na potřebný výkon zařízení



CTU
UCEEB

ŘEŠENÉ PŘÍKLADY



CTU

UCEEB

CENTRUM NÍZKOENERGETICKÝCH BUDOV V PÍSKU

simulační analýza pro optimalizaci
energetického systému (TČ, FVT kolektory,
solární soustava)

vnitřní komfort a optimalizace TZB

vliv obsazenosti budovy:

na roční spotřebu energie

na potřebu instalovaného výkonu

na návrh FV systému pro dosažení cílů

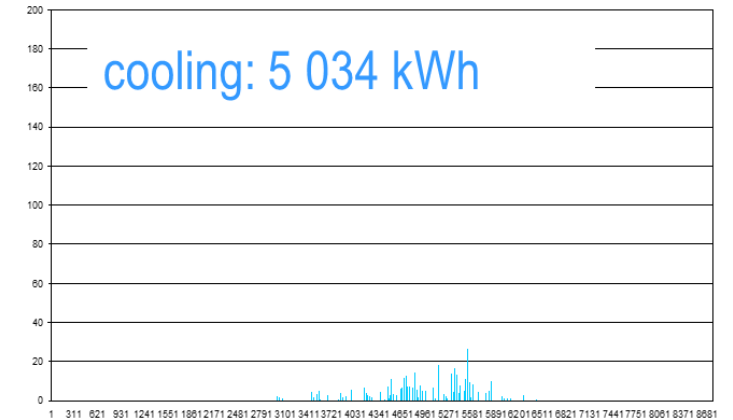
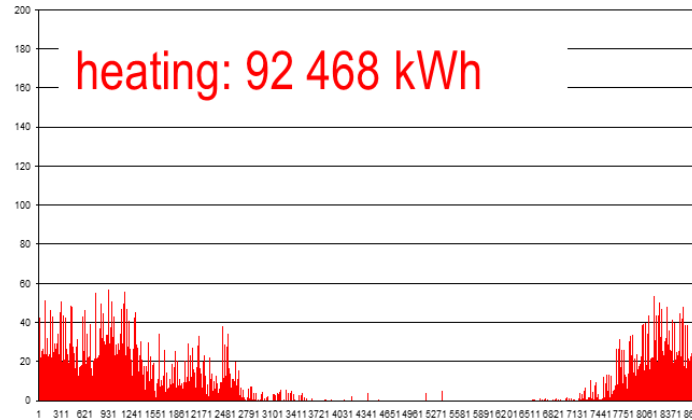




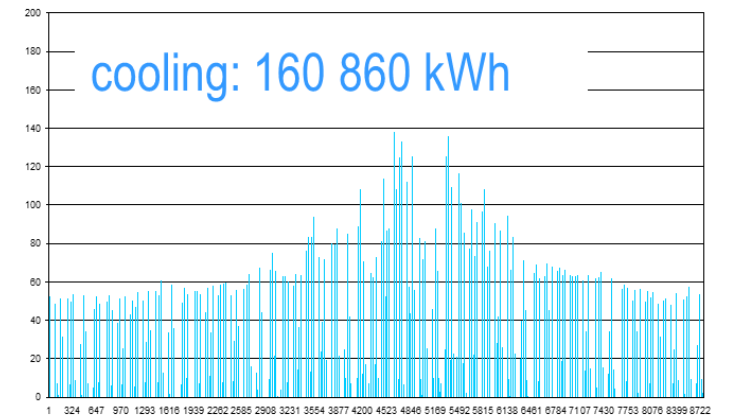
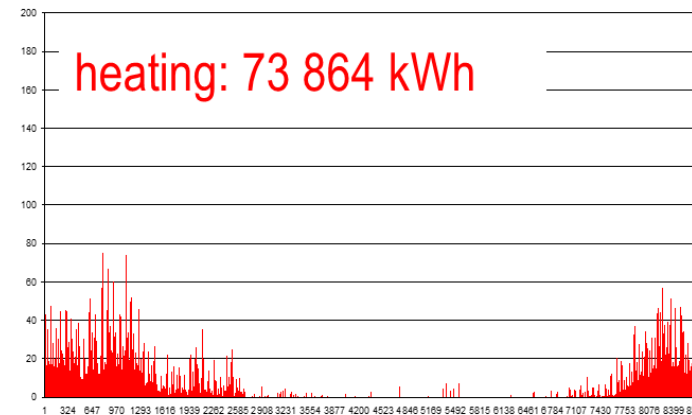
CTU
UCEEB

VLIV PROFILU UŽÍVÁNÍ (OBSAZENOST)

bez lidí
bez technologie



plná obsazenost
plný provoz technologií





CTU

UCEEB

INSTITUT PLÁNOVÁNÍ A ROZVOJE HL.M.PRAHY (EMAUZY)

simulační analýza pro rekonstrukci

optimalizace pro pasivní standard

vnitřní komfort, sálavé chlazení

návrh zdrojů energie: TČ, FV (střecha, fasáda)

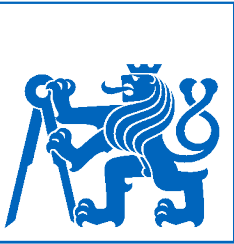
dimenzování chlazení:

potřebný výkon pro chlazení a jeho četnost

možnost využití stropního sálavého chlazení

četnost překročení teplot vnitřního vzduchu

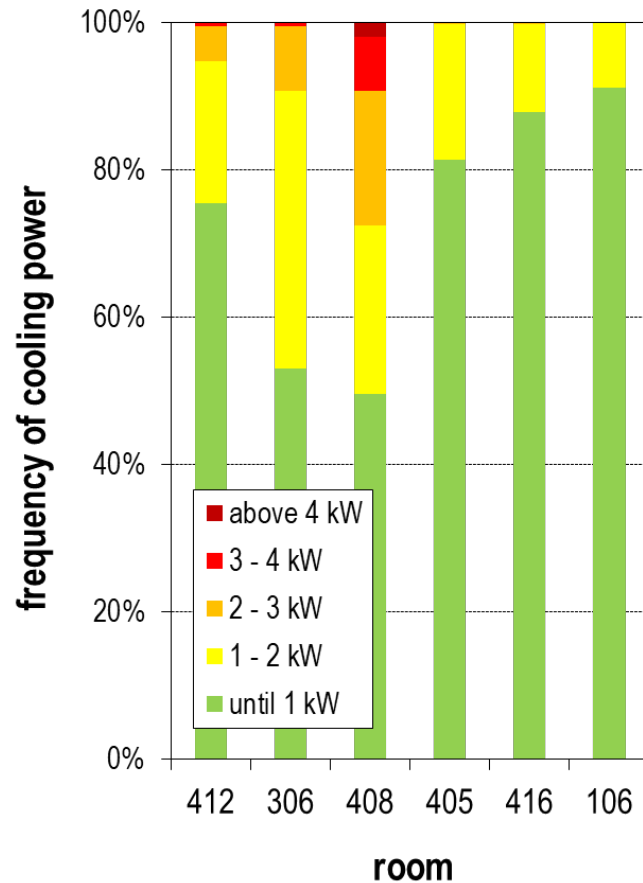




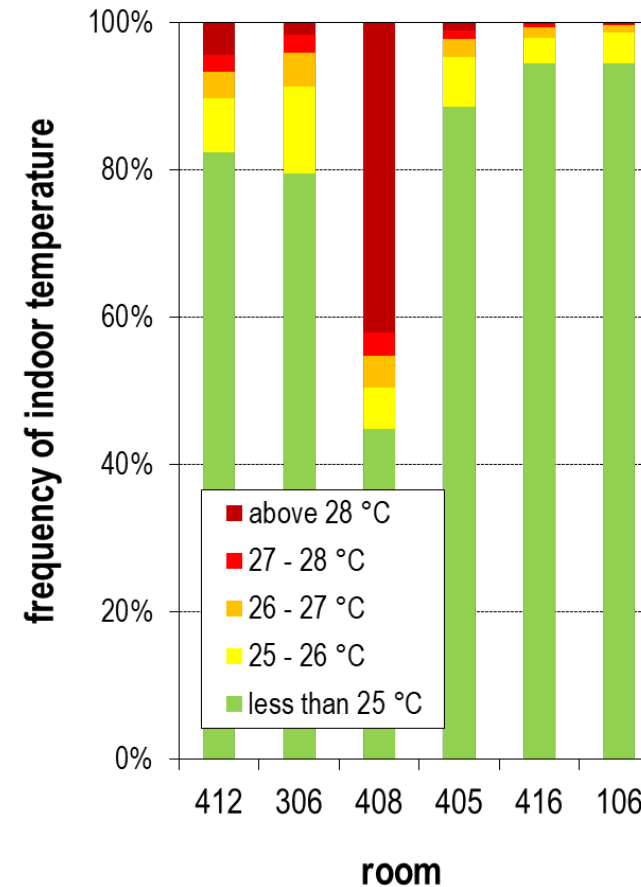
CTU

UCEEB

VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ VS. CHLADICÍ VÝKON



při maximálním chladicím výkonu stropu





CTU

UCEEB

VEŘEJNÁ KNIHOVNA V DOBŘÍŠI



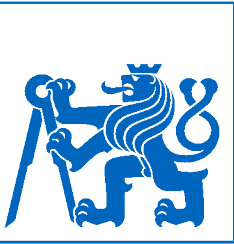
optimalizace parametrů obálky budovy pro standardy nZEB, PAS, ZERO

detailní popis profilů užívání

návrh energetického systému na základě ekonomické optimalizace (TČ země-voda, vrty pro vytápění a chlazení)

stínicí systém:

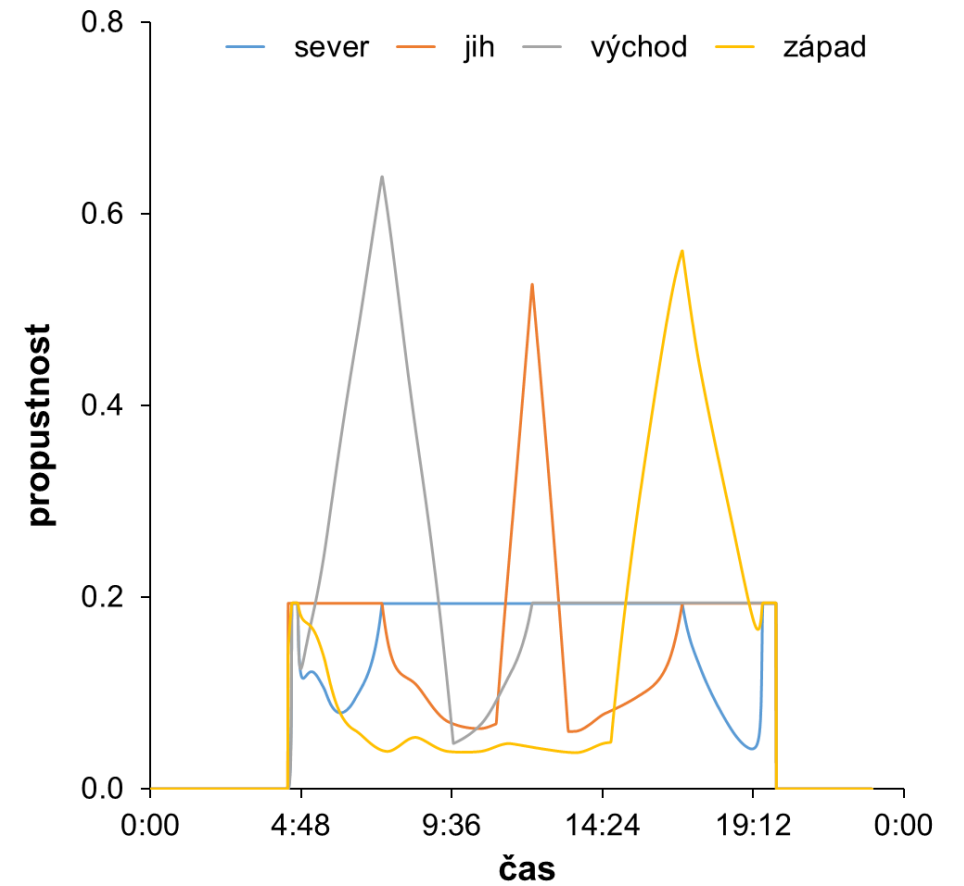
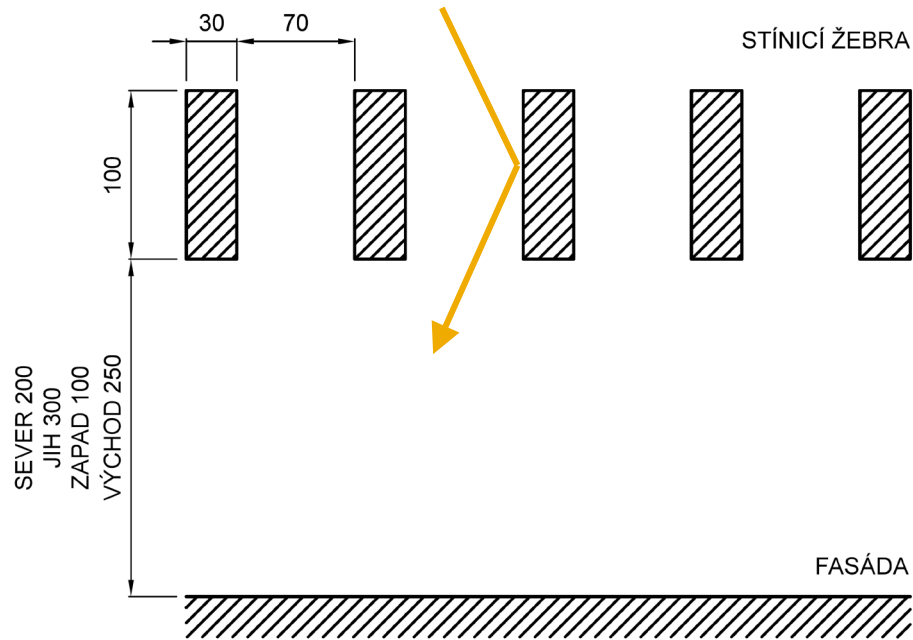
simulace složitého stínicího systému jako podklad pro energetickou bilanci



CTU

UCEEB

KOMPLIKOVANÁ STÍNÍCÍ ZAŘÍZENÍ





CTU

UCEEB

BYTOVÝ DŮM INVALIDOVNA V PRAZE

optimalizace parametrů zasklení a stínění

dynamická simulace pro rozhodnutí o použití

TABS

energetický koncept na základě výsledků

simulace (TČ země-voda, FV)

aktivované betonové stropy:

potřebný výkon pro chlazení

jaké stínění, jaká teplotní úroveň ?

četnost měrných výkonů v bytech



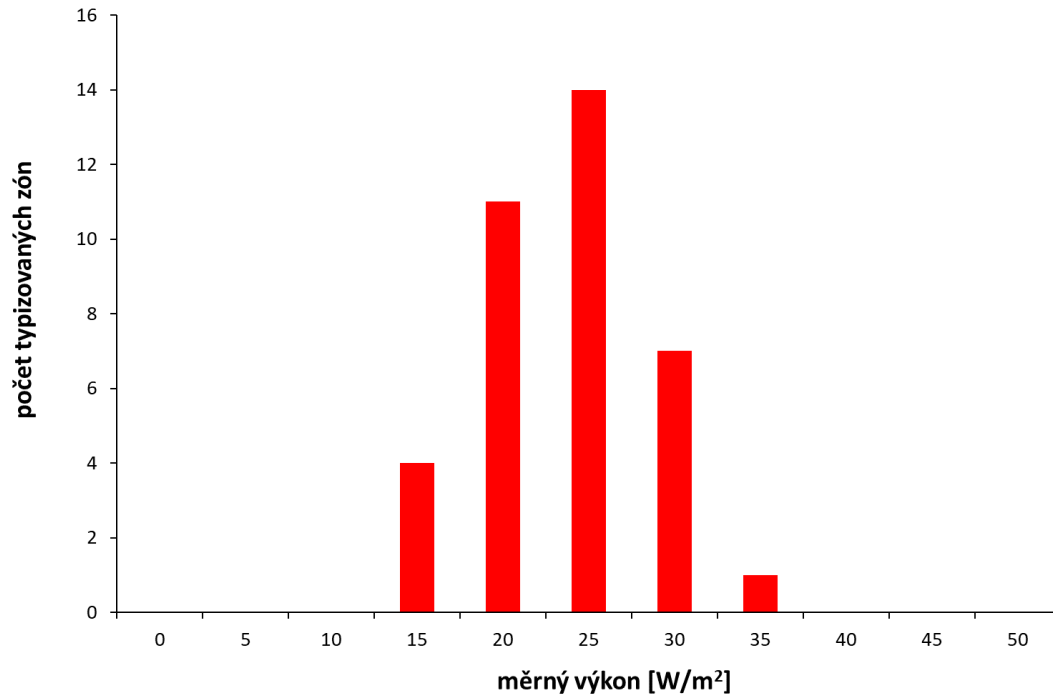


CTU

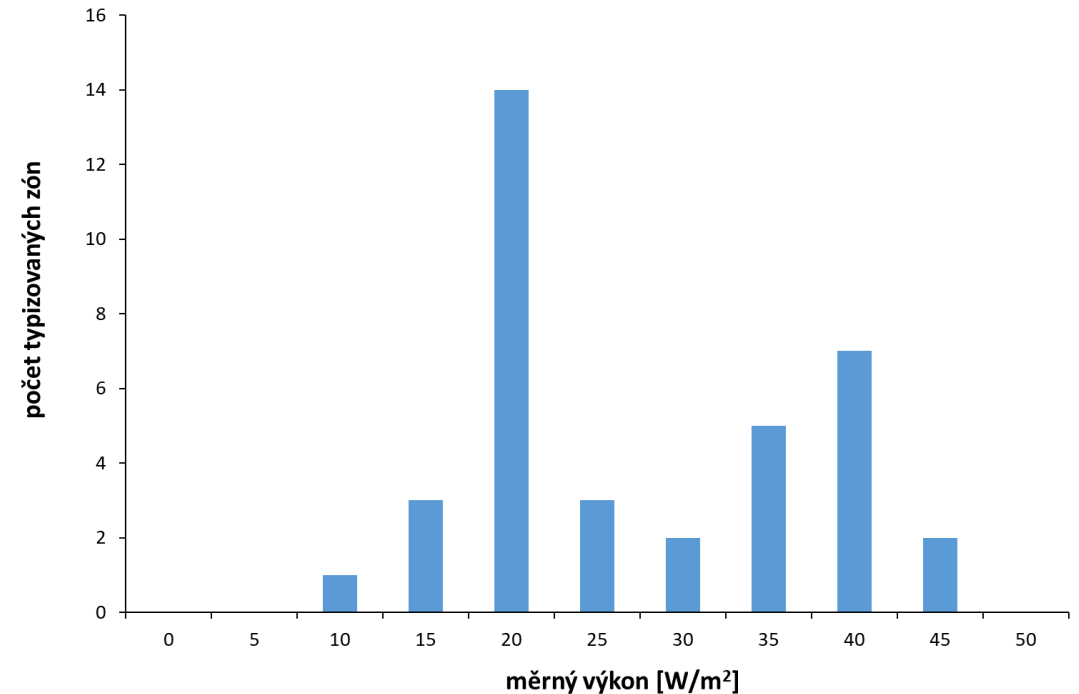
UCEEB

TEPELNĚ AKTIVOVANÉ STAVEBNÍ KONSTRUKCE ANO NEBO NE?

nízkoteplotní vytápění $< 50 \text{ W/m}^2$
(voda 34/30 °C, povrchová teplota = 28 °C)



vysokoteplotní chlazení $< 50 \text{ W/m}^2$
(voda 16/20 °C, povrchová teplota = 22 °C)





CTU

UCEEB

MULTIFUNKČNÍ BUDOVA TOPTOWER NOVÉ BUTOVICE (PRAHA)



simulace rezidenční části (cohousing) simulace
administrativní části

simulace orientovaná na TZB (rotační výměníky,
zvlhčování, větrání, chladicí stropy)

potřeba výkonu a energie pro různé provozní
profily a klimatické podmínky

vliv klimatických podmínek:

potřeba topného a chladicího výkonu potřeba
tepla a chladu

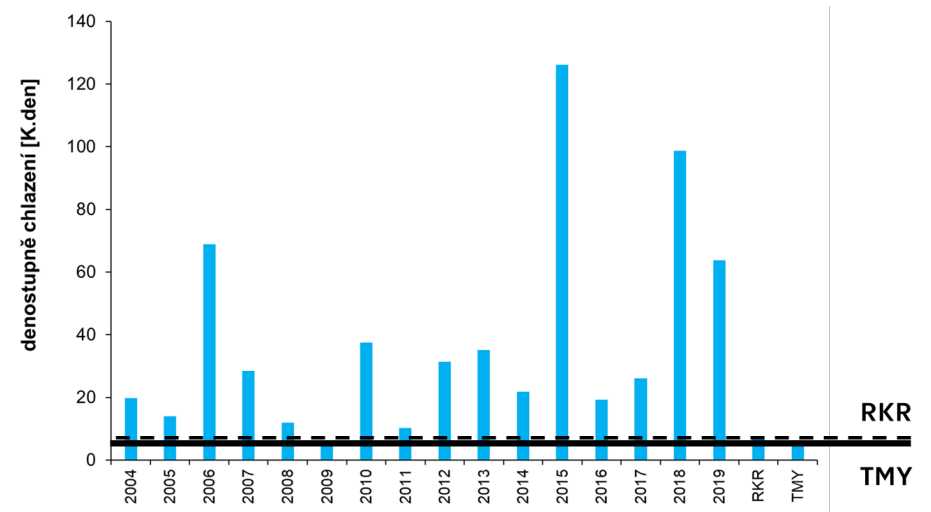
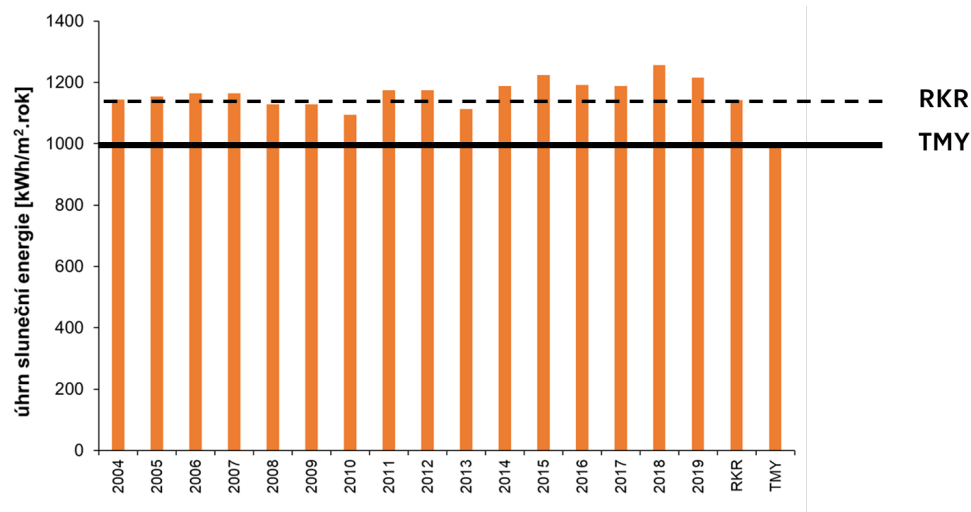
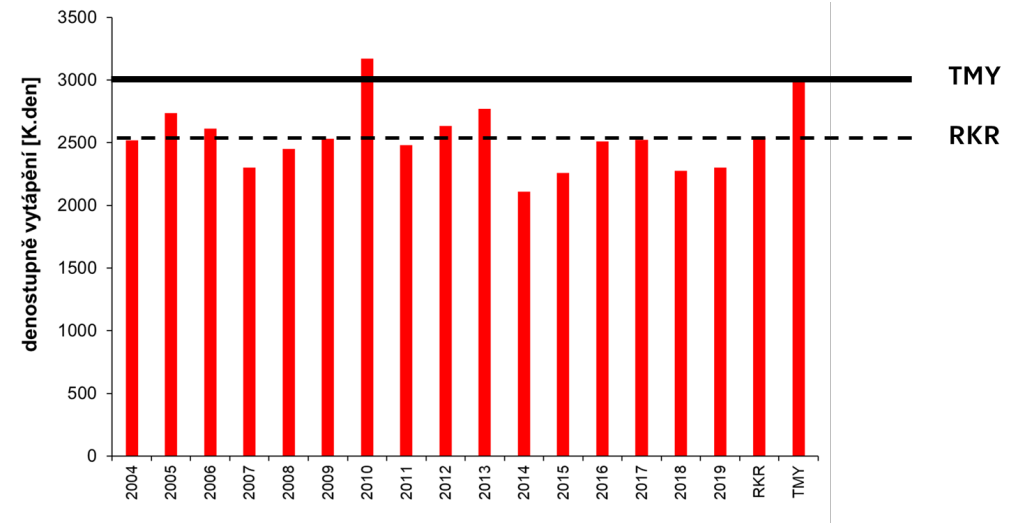
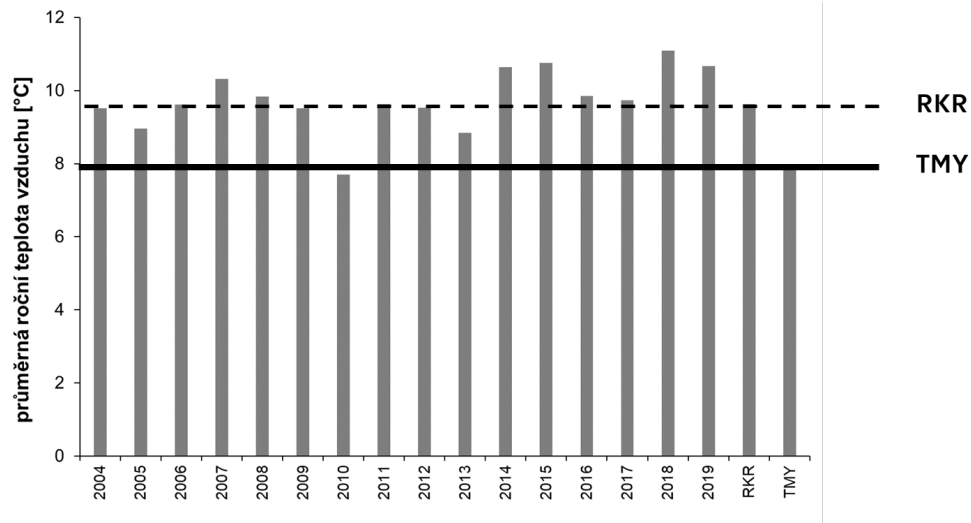
pro různě náročné roky (15 let reálných dat,
statistické roky)



CTU

UCEEB

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA DIMENZOVÁNÍ A SPOTŘEBU TZB

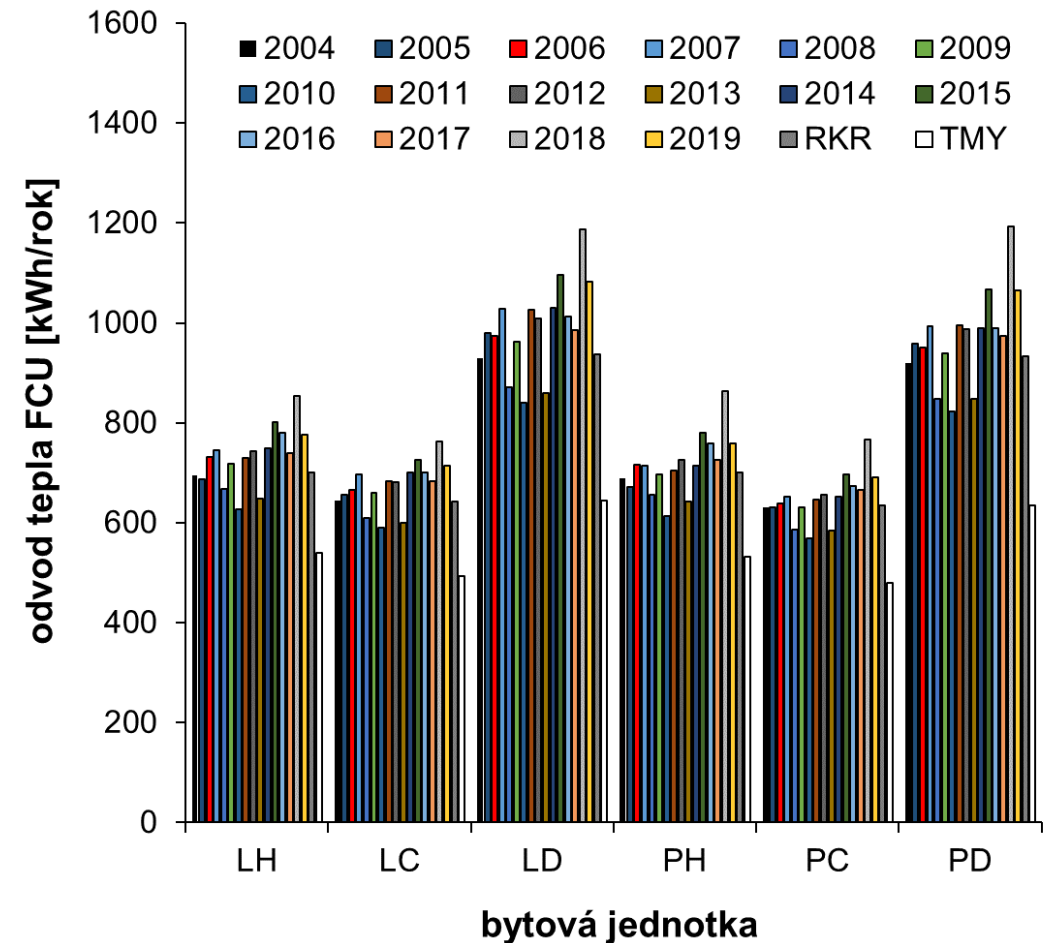
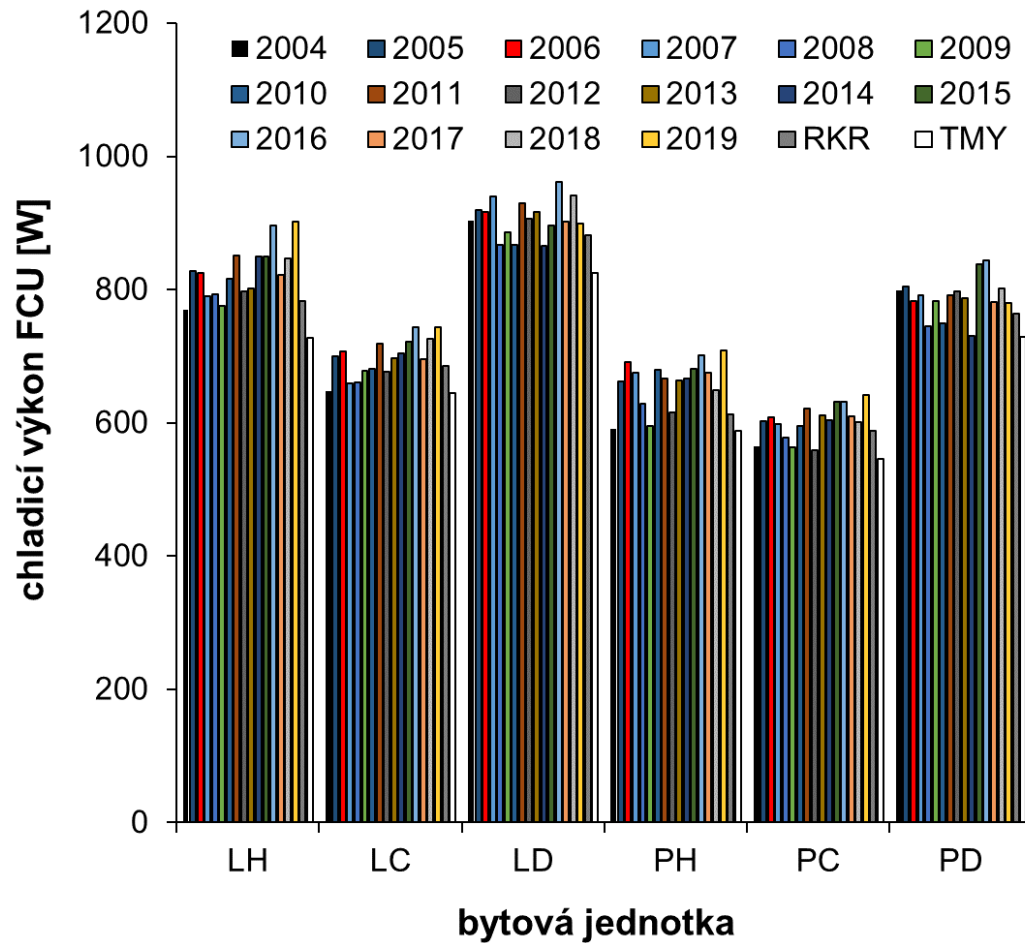


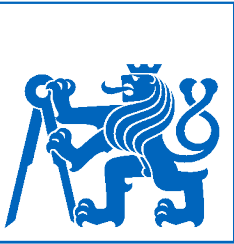


CTU

UCEEB

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA DIMENZOVÁNÍ A SPOTŘEBU TZB





CTU

UCEEB

ÚSTŘEDÍ ČSOB – BUDOVA SHQ RADLICE (PRAHA)



simulace energetických systémů pro nastavení regulační strategie

optimalizace provozu: tepelná čerpadla, zemní sondy, pasivní chlazení, chladicí věž, záložní plynová kotelna

vnitřní komfort při nasazení TABS

možné snížení výkonu TČ a počtu vrtů

provoz vrtů s vodou

analýza provozu chladicí věže:

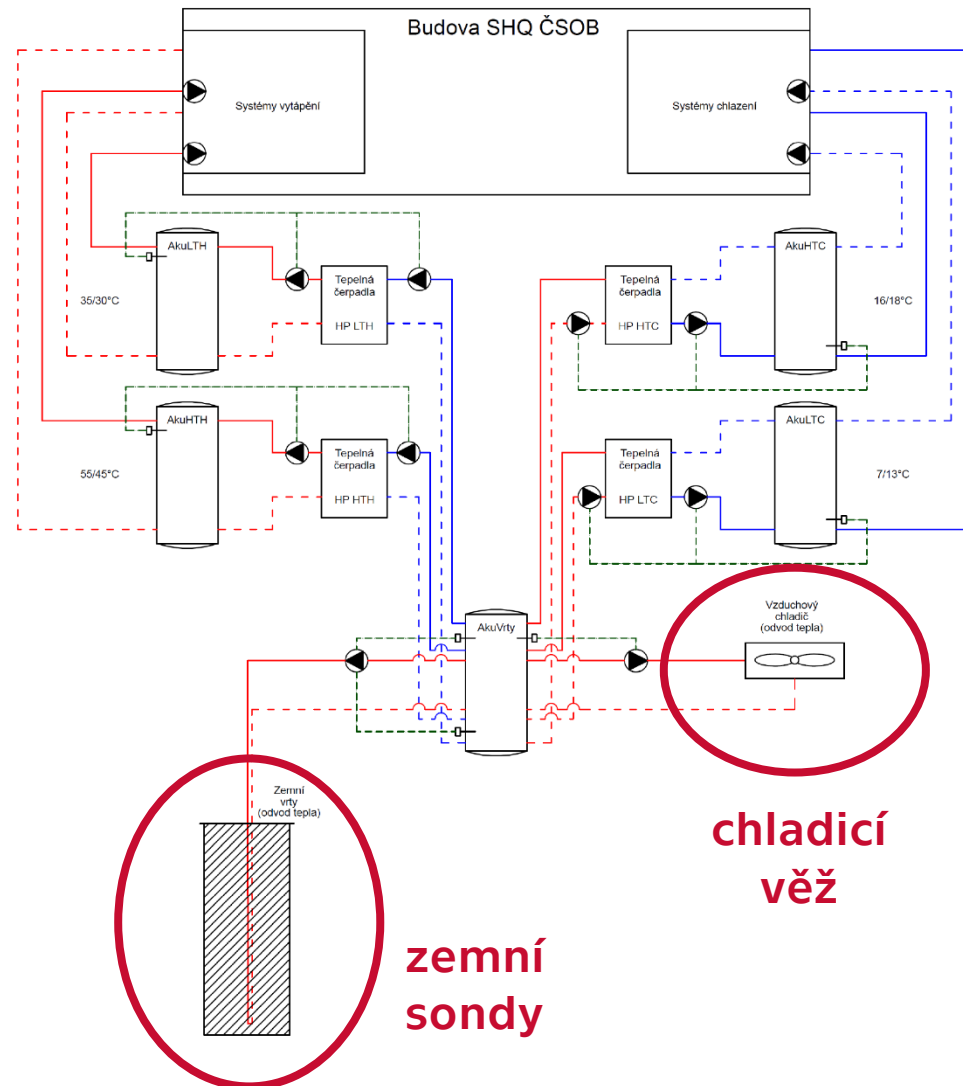
porovnání variant s volným chlazením přes vrty a přes chladicí věž



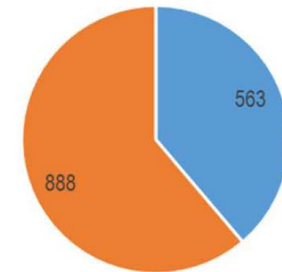
CTU

UCEEB

PROVOZ TEPELNÝCH ČERPADEL, ZEMNÍCH VRTŮ A CHLADICÍ VĚŽE

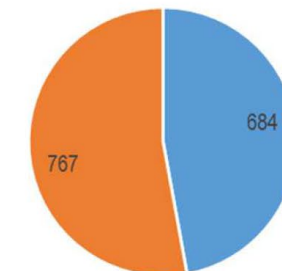


Podíl přímého chlazení z vrtu (V1) [MWh]



■ Chlad z vrtu (FC) ■ Dodaný chlad z TČ

Podíl přímého chlazení z vrtu (V3) [MWh]



■ Chlad z vrtu (FC) ■ Dodaný chlad z TČ



CTU

UCEEB

ZÁVĚR

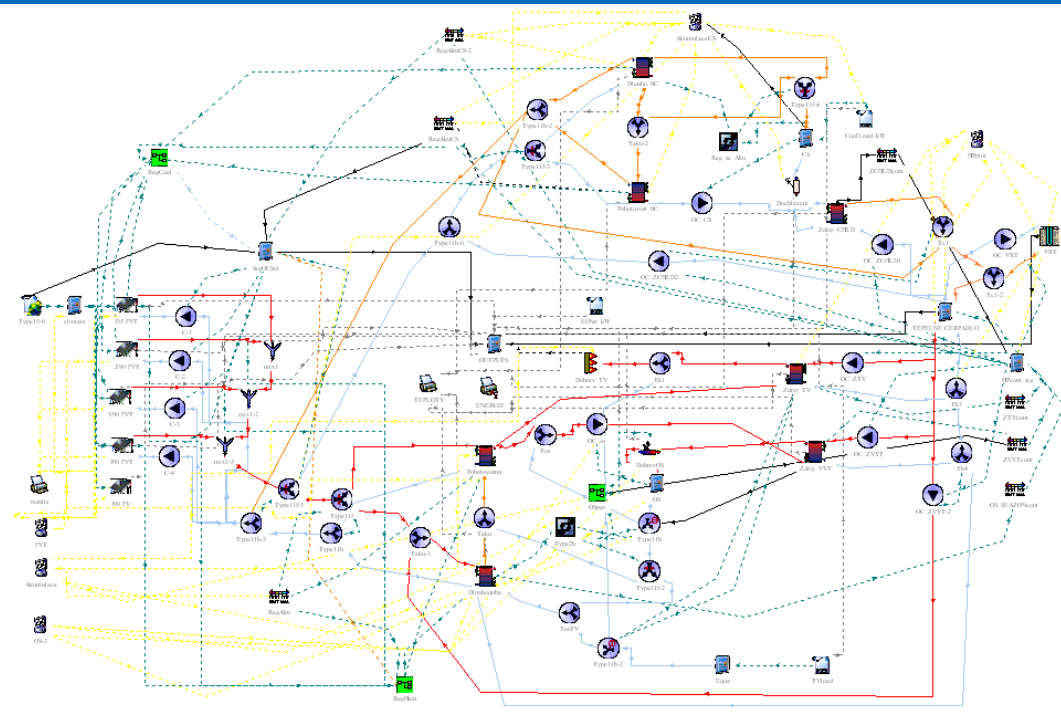
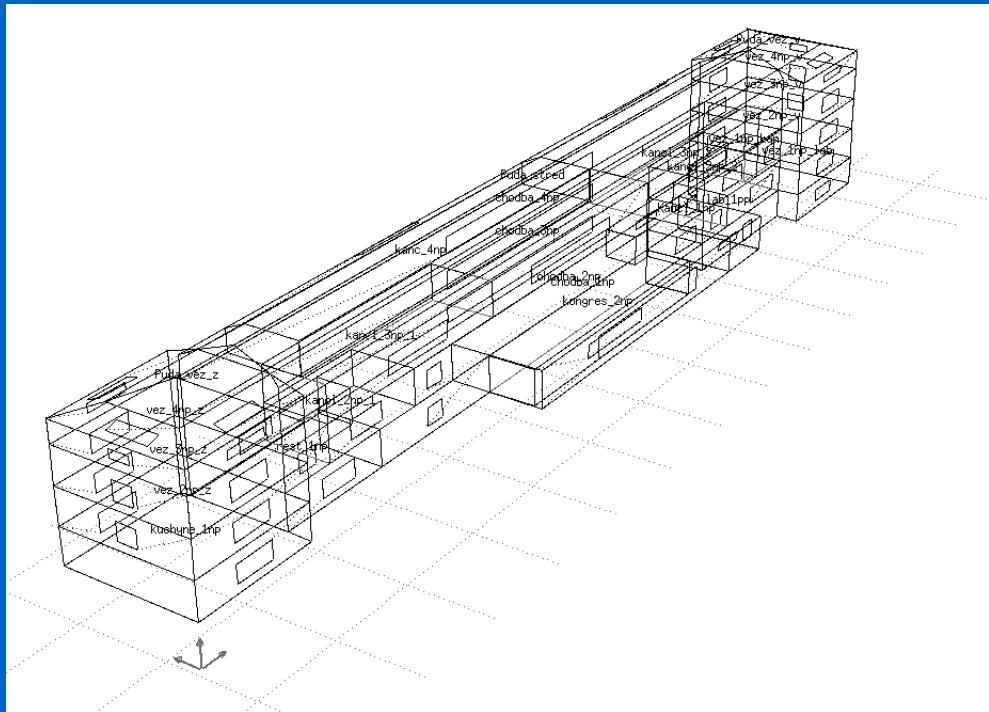
- počítačová simulace se zohledněním dynamiky budovy a systémů **je mocným nástrojem**
- vytvoření funkčního model „budova-systém“ je náročné, nicméně pak ...
- **umožňuje velké množství analýz vlivu**
 - parametrů obálky budovy: pro rozhodování investora
 - okrajových podmínek (provoz, klima): pro specializaci měření a regulace
 - kombinací energetických systémů (návrh): pro projektanta TZB
- **velké množství výsledků**
 - jasné zadání na začátku
 - vysvětlení výsledků, doporučení

možná synergie s
certifikací budov





ČVUT
UCEEB



tomas.matuska@cvut.cz