



Solární soustavy pro bytové domy

Tomáš Matuška

Československá společnost pro
sluneční energii (ČSSE)

Novotného lávka 5

116 68 Praha 1

Česká republika

info@solarnispolecnost.cz





Bytové domy v ČR

- **sčítání lidu 2001**
 - 195 270 bytových domů ~ 2 160 730 bytů
 - 38 % dálkové vytápění, 6 % blokové kotelny, 17 % vlastní kotelna, 39 % nemá ústřední vytápění
- **ENERGO 2004**
 - spotřeba tepla na vytápění bytů 59,4 GJ/byt (Ø 74 m²)
 - spotřeba tepla na přípravu TV 8,4 GJ/byt (Ø 2,8 os/byt)
- **spotřeba v bytových domech**
 - vytápění 63 PJ + teplá voda 16 PJ
 - roční spotřeba tepla v ČR 380 PJ
 - bytové domy se podílejí **21 %**, domácnosti celkem 44 %



Logický krok po úsporách

- **omezení tepelných ztrát prostupem** – zateplení, výměna oken, ošetření tepelných mostů
- **omezení tepelných ztrát větráním** – využití mechanického větrání se zpětným získáváním tepla
- **využití pasivních solárních zisků** – zasklení lodžii
- **rekonstrukce otopné soustavy** – instalace termoregulačních ventilů, hydraulické vyvážení rozvodů otopných soustav, ekvitermní regulace, snížení teploty otopné vody
- **omezení spotřeby teplé vody** – úsporné armatury, individuální měření
- **omezení tepelných ztrát rozvodů** – tepelná izolace, omezení běhu cirkulace
- **rekonstrukce zdroje tepla** – přizpůsobení výkonu, instalace energeticky a emisně úsporného zdroje



Proč instalovat solární soustavy do BD ?

- **úspory energie** – zdroj tepla v místě, místní produkce a spotřeba energie (decentralizace zásobování energií)
 - **ekonomika** - ve srovnání s RD nižší měrné náklady (15 tis. Kč/m²) a vyšší měrné zisky (400 - 500 kWh/m².rok), dotační politika (**Zelená úsporám**)
 - **ekologie** – bezemisní zdroj, nízká spotřeba pomocné el. energie (do 1 %), pozn: problémy se zdroji CZT v teplotěnském režimu – úspora emisí ???
 - **společenské důvody** – vizitka vlastníků, nové pracovní příležitosti, zvyšování zaměstnanosti (nenahrazuje konvenční výroby)
- solární tepelná technika nahrazuje primární paliva místní prací**
- **politické důvody** – novela EPBD, povinnost do konce 2020 u nových budov dosáhnout „téměř nulové“ spotřeby energie a z „velké části“ dodávky energie z OZE „poblíž“ (Německo, Španělsko – povinné kvóty)



Bariéry rozvoje solárních soustav v BD

- **technická složitost** – nezbytná větší zkušenost, jak pro návrh tak realizaci, optimalizace provozu, minimum předpřipravených kompaktních jednotek
- **kvalita provedení** – chybí kontrola kvality, neexistence certifikačního systému (např. Qualisol ve Francii od 1999), **kurzy pro projektanty a montážníky**
- **nízké povědomí / nedůvěra** – propagace mířená na vlastníky RD, málo publikovaných příkladů, kritickým článkem jsou **architekti, developeři, projektanti, montážníci** – zásadní role v rozhodnutí koncového investora
- **ekonomika** – vysoké počáteční investiční náklady (půjčka), návratnost 10 let nepřesvědčí komerčního vlastníka (3 – 5 let)
- **vlastnická struktura / rozhodování** – vlastník domu, společenství vlastníků (velmi problematické), bytové družstvo (představenstvo)



Solární tepelné soustavy pro BD

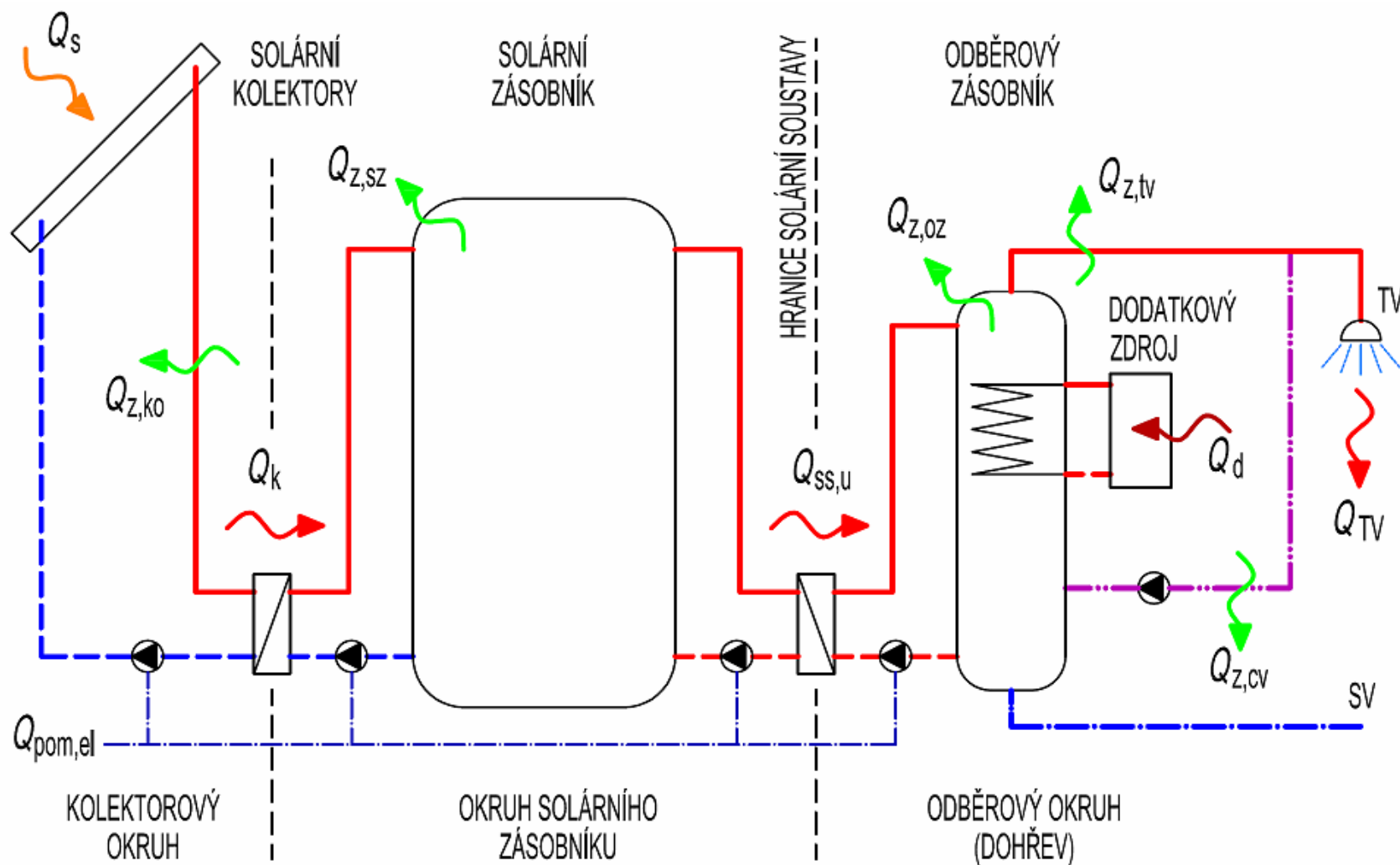
- **Typy solárních soustav**
 - příprava teplé vody
 - příprava teplé vody a vytápění (kombinované)
 - solární chlazení
 - předehřev vzduchu pro větrání
 - CZT + sezónní akumulace



archiv BD Orlová



Bilance solární soustavy





Parametry solární soustavy

- **Roční solární zisk [kWh/rok]**
 - dodaný do solárního zásobníku Q_k
 - dodaný do odběru (spotřebiče) – **využitý** zisk soustavy $Q_{ss,u}$

- **Roční úspora energie Q_u [kWh/rok]**
 - závisí na skutečné **provozní účinnosti** nahrazovaného zdroje tepla η_{nz}
jak ji určit ? je známa?
 - spotřeba provozní el. energie pro pohon solární soustavy
 - podklad pro výpočet úspory primární energie, úspory emisí



Parametry solární soustavy

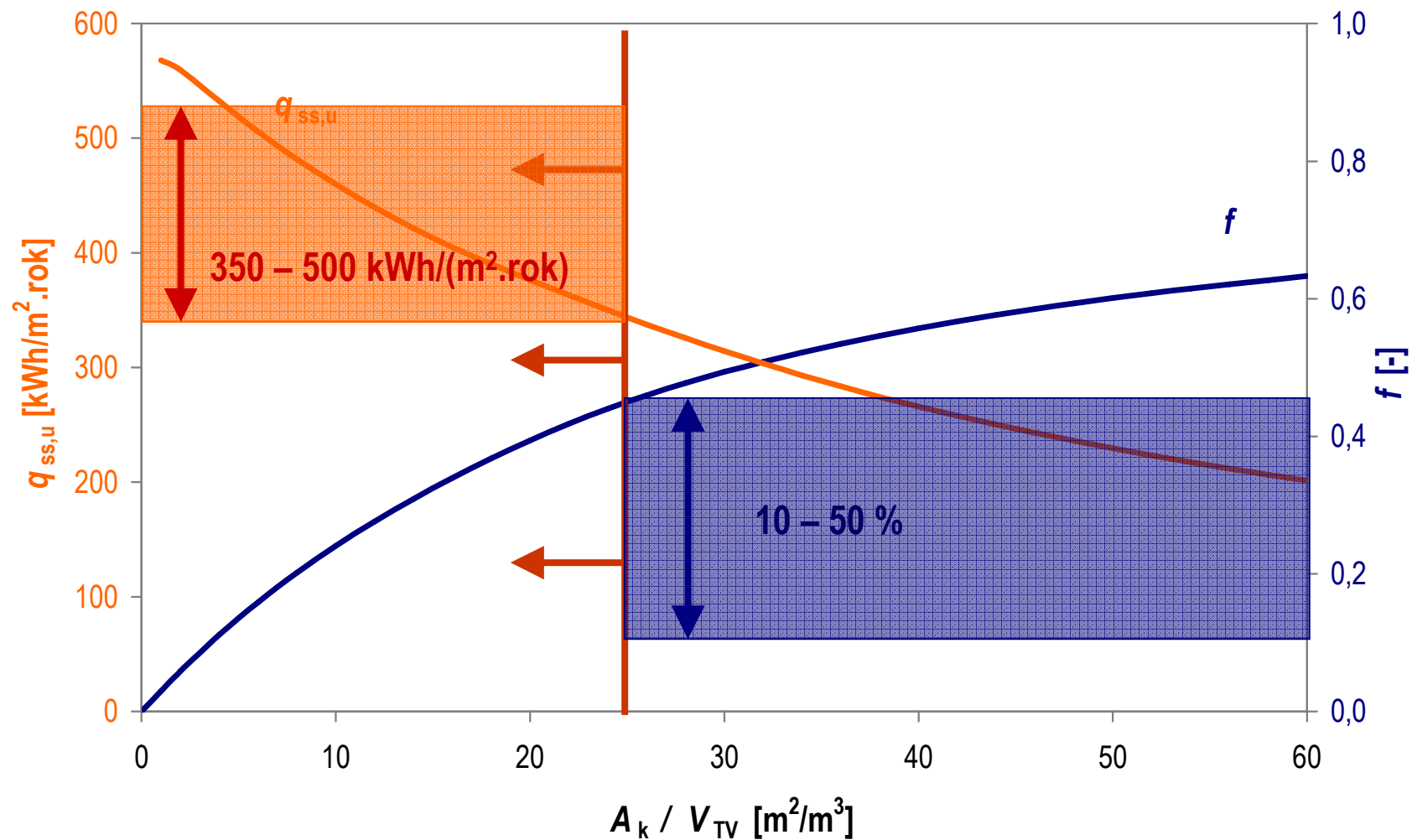
- **Měrný roční solární zisk $q_{ss,u}$ [kWh/(m².rok)]**
 - vztažený k ploše apertury kolektoru A_a
 - měrná roční úspora nahrazované energie
 - ekonomické kritérium: úspora / m² x investice / m²
- **Solární pokrytí, solární podíl f [%]**

$f = 100 * \text{využitý zisk} / \text{potřeba tepla}$ (procentní krytí potřeby tepla)
- **Spotřeba pomocné elektrické energie $Q_{pom,el}$ [kWh/rok]**

odhad: provoz 2000 h x příkon el. zařízení (čerpadla, pohony, reg.)
běžně do 1 % ze zisků ~ COP solární soustavy > 100



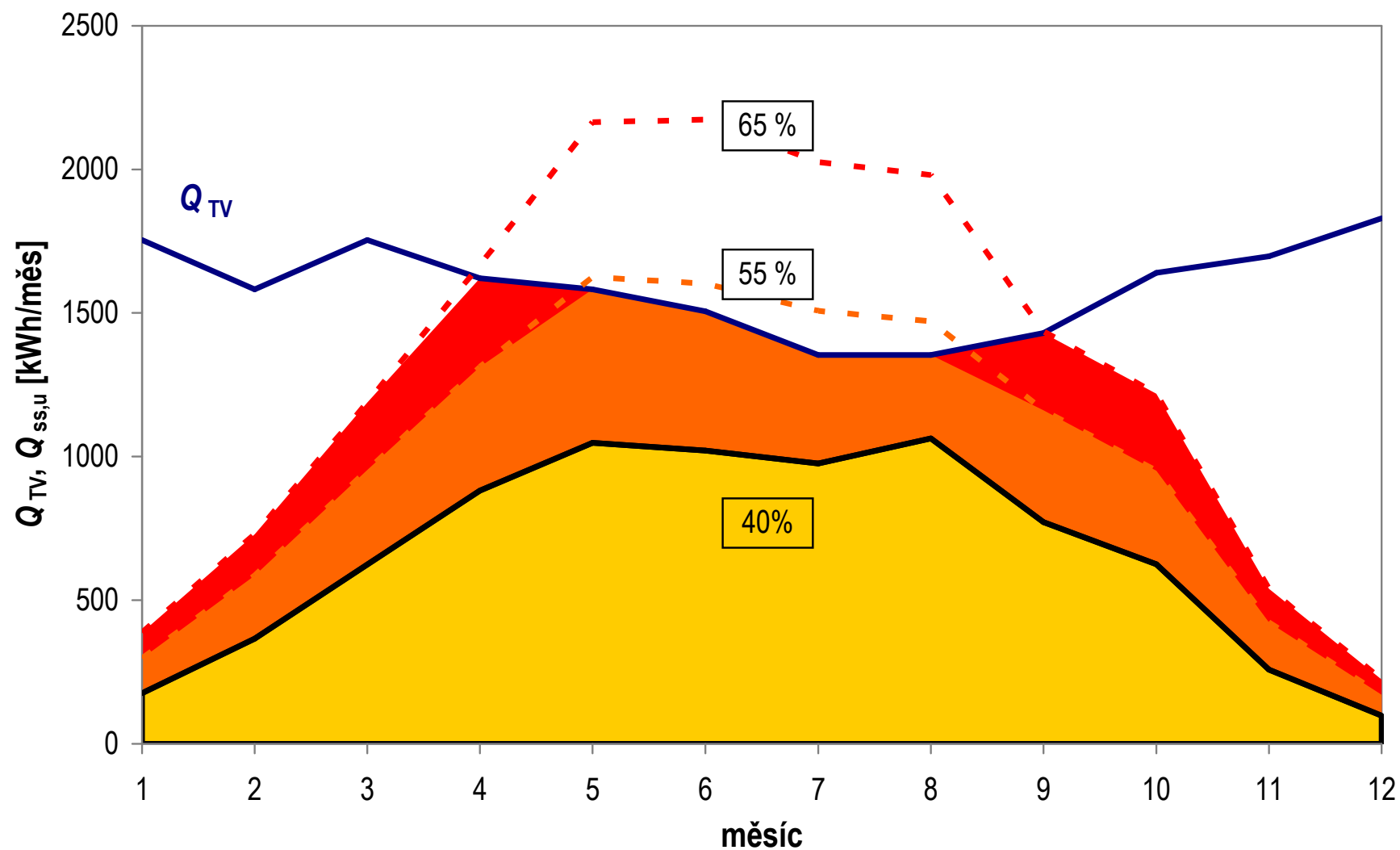
Bilance solární přípravy teplé vody



s rostoucím solárním pokrytím klesají měrné zisky z kolektorů



Bilance solární přípravy teplé vody





Zisky solárních soustav

závisí na návrhu a provedení solární soustavy:

- **solární kolektory**
 - typu solárního kolektoru, typu zásobníku (teplotní vrstvení)
 - orientaci a sklonu kolektorů
 - **návrhu plochy solárních kolektorů vůči potřebě tepla (!)**
- **tepelné ztráty**
 - úrovni tepelné izolace solární soustavy: **potrubí (!)**, zásobník
 - délce rozvodů, povrchu zásobníku (kompaktní x rozdělení objemu)



Předpoklady návrhu solárních kolektorů

- snížení spotřeby tepla na přípravu teplé vody, resp. vytápění
 - úsporná opatření provádět jako první !
 - omezit spotřebu teplé vody a tepelné ztráty (rozvody, zásobníky, doba běhu cirkulace)
 - nízkoenergetické a energeticky pasivní domy
- věrohodné informace o spotřebě tepla (výpočet, měření)
 - reálné hodnoty spotřeby teplé vody: **40 l/(os.den)**, průběh léto/zima
 - bilance cirkulace teplé vody, stanovení tepelných ztrát přípravy TV
 - potřeba tepla na vytápění, účinnost otopné soustavy



Kritéria návrhu plochy kolektorů

- **ekonomické řešení** - maximalizace měrných zisků solární soustavy $q_{ss,u}$ [kWh/m²rok]
- **ekologické řešení** - maximalizace solárního pokrytí f [%] - maximální nahrazení primárních paliv
- **optimalizované řešení** - požadovaný solární podíl f (optimalizace návrhu)
- **omezené řešení** - podmínky struktury budovy, omezující parametry (velikost střechy, možný sklon kolektorů, architektonické souvislosti)





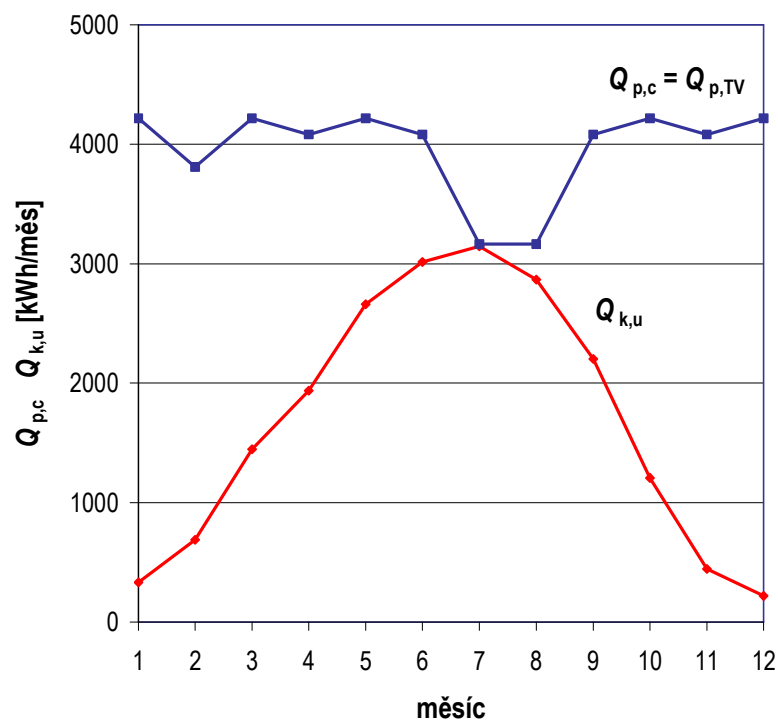
Návrh plochy solárních kolektorů

- pro zajištění určitého stupně pokrytí f potřeby tepla
- pro daný **návrhový den** / návrhový měsíc (provozní a klimatické okrajové podmínky) – **pro bytové domy: červenec**
- stanovení potřeby tepla pro přípravu teplé vody, vč. tepelných ztrát
- stanovení využitelných zisků ze solárních kolektorů
- z porovnání vyplývá potřebná plocha kolektorů A_k pro zvolené pokrytí potřeby tepla (nejčastěji 100 % v návrhovém měsíci)

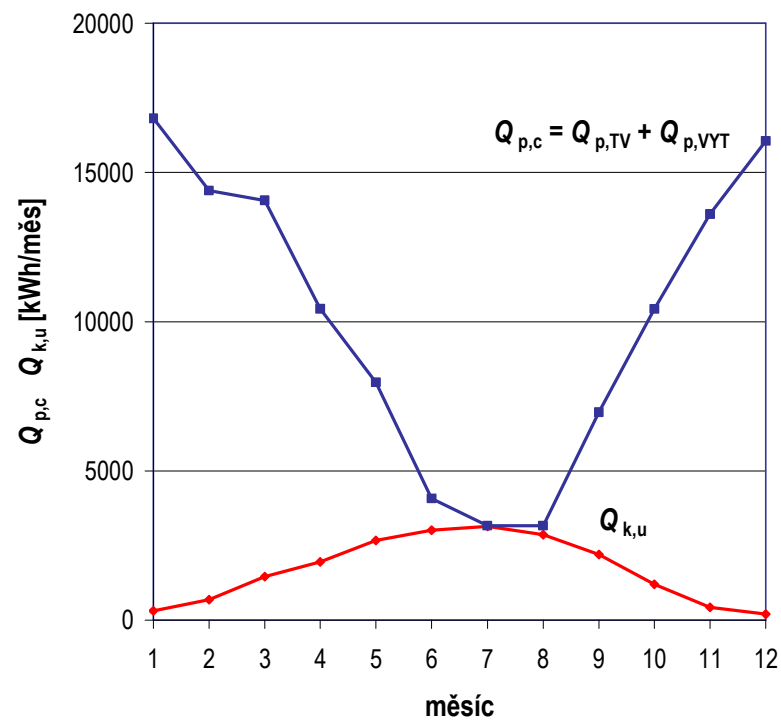


Návrh plochy solárních kolektorů

příprava teplé vody



příprava teplé vody a vytápění



f [%]	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
A_k [m ² /os]	0,10 – 0,15	0,25 – 0,30	0,40 – 0,60	0,60 – 0,90	0,90 – 1,30
$q_{ss,u}$ [kWh/m ² .rok]	470 – 600	400 – 550	350 – 490	300 – 430	260 – 350



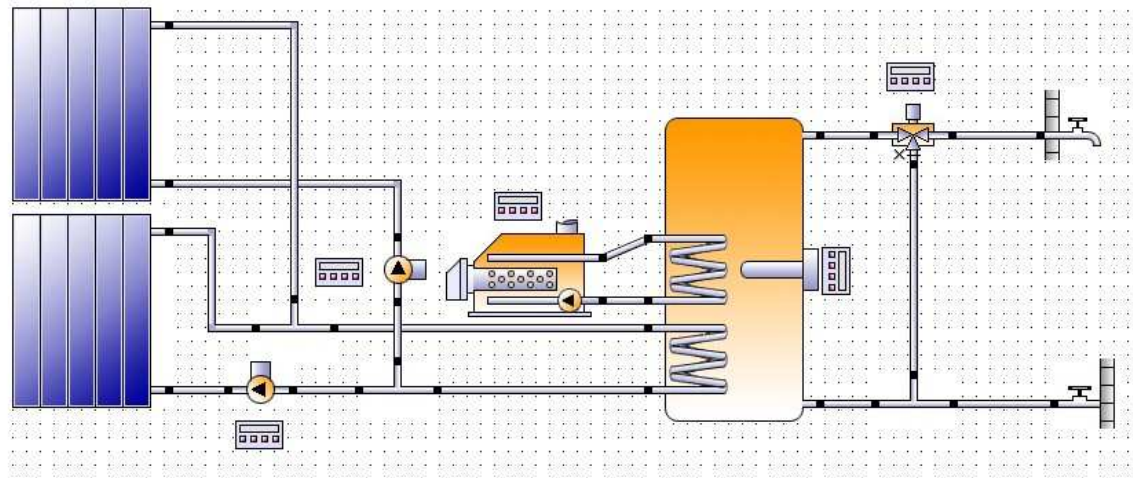
Bilancování zisků solární soustavy

- pro danou plochu solárních kolektorů A_k
- pro **všechny měsíce roku**
- stanovení potřeby tepla pro přípravu teplé vody, vč. tepelných ztrát
- stanovení využitelných zisků ze solárních kolektorů
- z porovnání vyplývá využitelnost zisků z kolektorů pro krytí potřeby tepla, **přebytky nelze započítat**
- **bilančních výpočtů je možné výhodně využít pro návrh plochy** (optimalizace návrhu z hlediska ekonomických parametrů)



Simulační nástroje (návrh, bilance)

- **Polysun (Professional, Designer)**
- **T-Sol (Professional, Expert)**
 - simulace s hodinovým krokem a menším, dynamické modely prvků (zásobník, kolektor), hodinové klimatické údaje pro různé oblasti
 - náročné na vstupní údaje, které často nejsou k dispozici (modifikátor úhlu dopadu, rozměry potrubí, tloušťky izolací, profily spotřeby, atd.)
 - nutná zkušenost
 - cena (x0.000 Kč)





Zjednodušené metody (návrh, bilance)

- **TNI 73 0302 - Energetické hodnocení solárních tepelných soustav**
 - vydal ÚNMZ, 2009, 210 Kč
 - program Bilance SS 5.42, Excel podle TNI 73 0302
 - zdarma ke stažení na <http://solab.fs.cvut.cz>, **Zelená úsporám (06/2010)**
- **ČSN EN 15316-4-3 – Tepelné soustavy v budovách Výroba tepla na vytápění, tepelné sluneční soustavy (v angl. jazyce)**
 - *f*-chart metoda = korelační výpočet na základě x1000 simulací ze 70. let
 - solární pokrytí v jednotlivých měsících = $f(X, Y)$
 - vstupní údaje: průměrná teplota, průměrná intenzita záření (včetně noci)
 - referenční teplota: pro přípravu TV: 90 až 140 °C (???)
 - **fyzikálně nejasné parametry, pro pochopení nutné hlubší znalosti**



Zjednodušený postup TNI 73 0302

- původně vytvořen pro Operační program Životní prostředí (jako pomoc auditorům), nyní i **Zelená úsporám** (metodika výpočtu zisků)
- jednoduchý výpočet s použitím Excel, **minimalizace vstupů** (oproti simulacím)
- započtení tepelných ztrát dané aplikace paušální přírážkou k potřebě tepla
- uvažování konstantní střední teploty v kolektorech v celém roce, nezohlední velikost zásobníku a změnu teploty s navrženou plochou (předimenzování – nárůst teploty, poddimenzování – pokles teploty)
- započtení tepelných ztrát solární soustavy paušální srážkou ze zisků
- v měsíční bilanci nelze přesně zahrnout vliv optické charakteristiky kolektoru, aj.
- platná v rozsahu pokrytí 30 až 75 %, udává **mírně optimistické výsledky**



Solární příprava teplé vody v BD

- **nejčastější** – není vázána na stavební řešení
- **Zelená úsporám 101 / 115 žádostí**
- **předeřev nebo ohřev studené vody** – snadno integrovatelná do systému před stávající přípravu teplé vody
- nutné vycházet z reálné spotřeby TV v objektu
- návrh plochy kolektorů na letní období



archiv BD Orlová

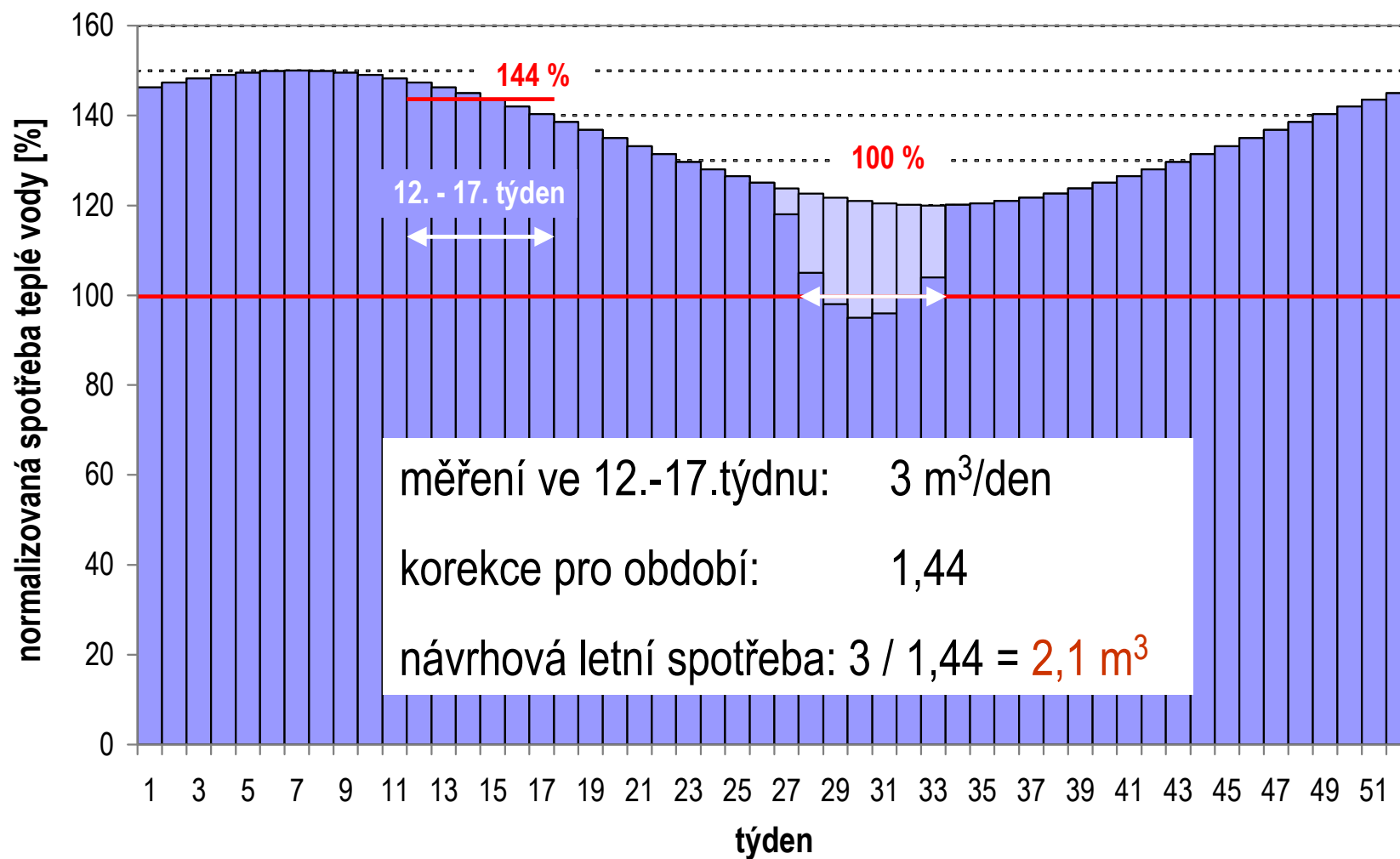


Stanovení spotřeby tepla na TV

- **stávající budovy - dlouhodobé a věrohodné měření:**
 - dodané teplo na patě objektu, nebo zásobníku, včetně cirkulace
 - celoroční údaje o spotřebovaném množství TV se zohledněním teploty SV a TV, ztráty odhadem
 - alespoň týdenní měření průběhu spotřeby teplé vody
 - měření energie zdroje pro přípravu TV, např. spotřeba plynu, **odhad provozní účinnosti zdroje tepla (!)**
- **nové, příp. stávající budovy – směrná čísla:**
 - střední standard 20 až **40 l/os.den** (při teplotní úrovni 60°C)
 - **nepoužívat ČSN 06 0320: 82 l/os.den**

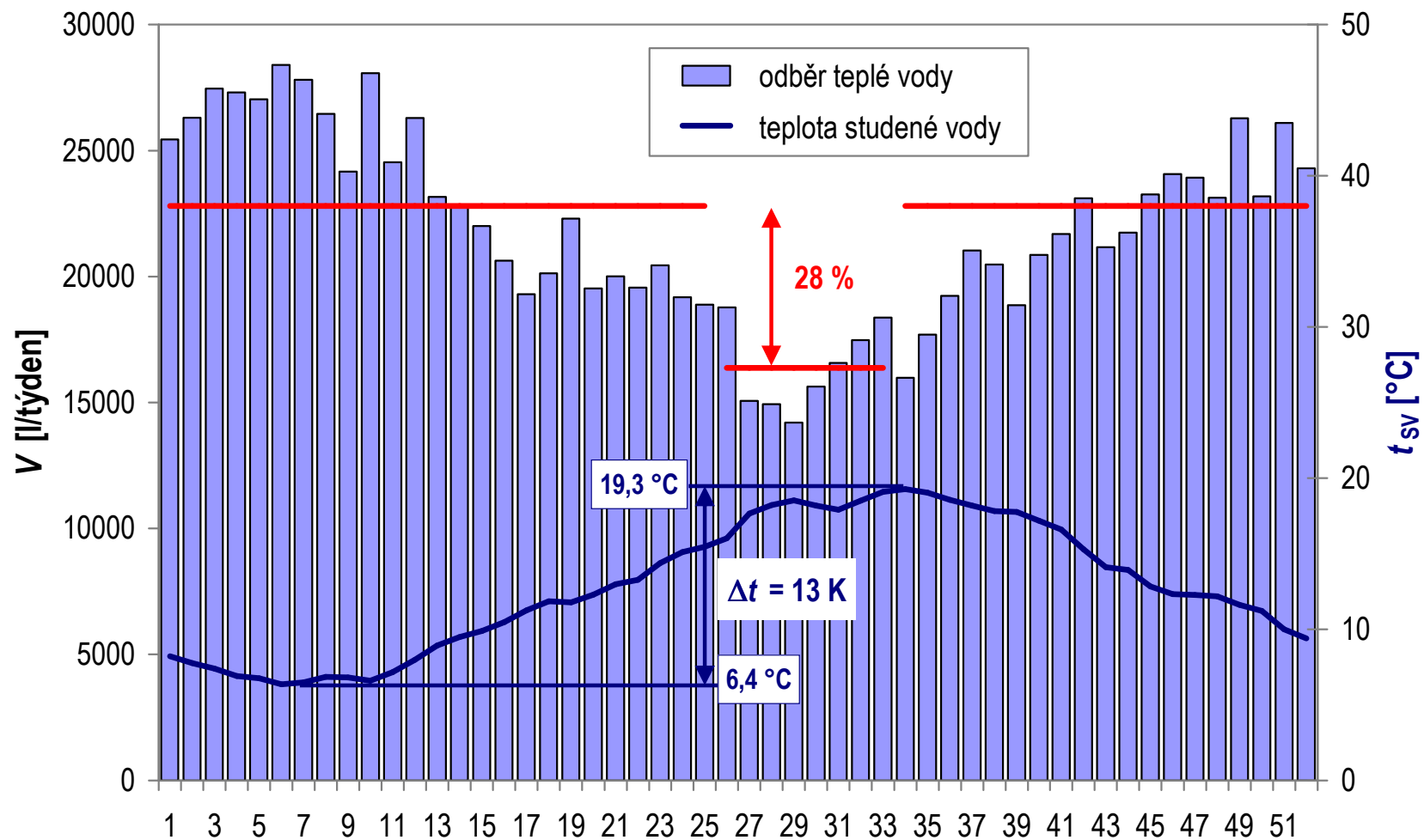


Vyhodnocení krátkodobého měření





Měření v BD Stodůlky





Tepelné ztráty přípravy TV

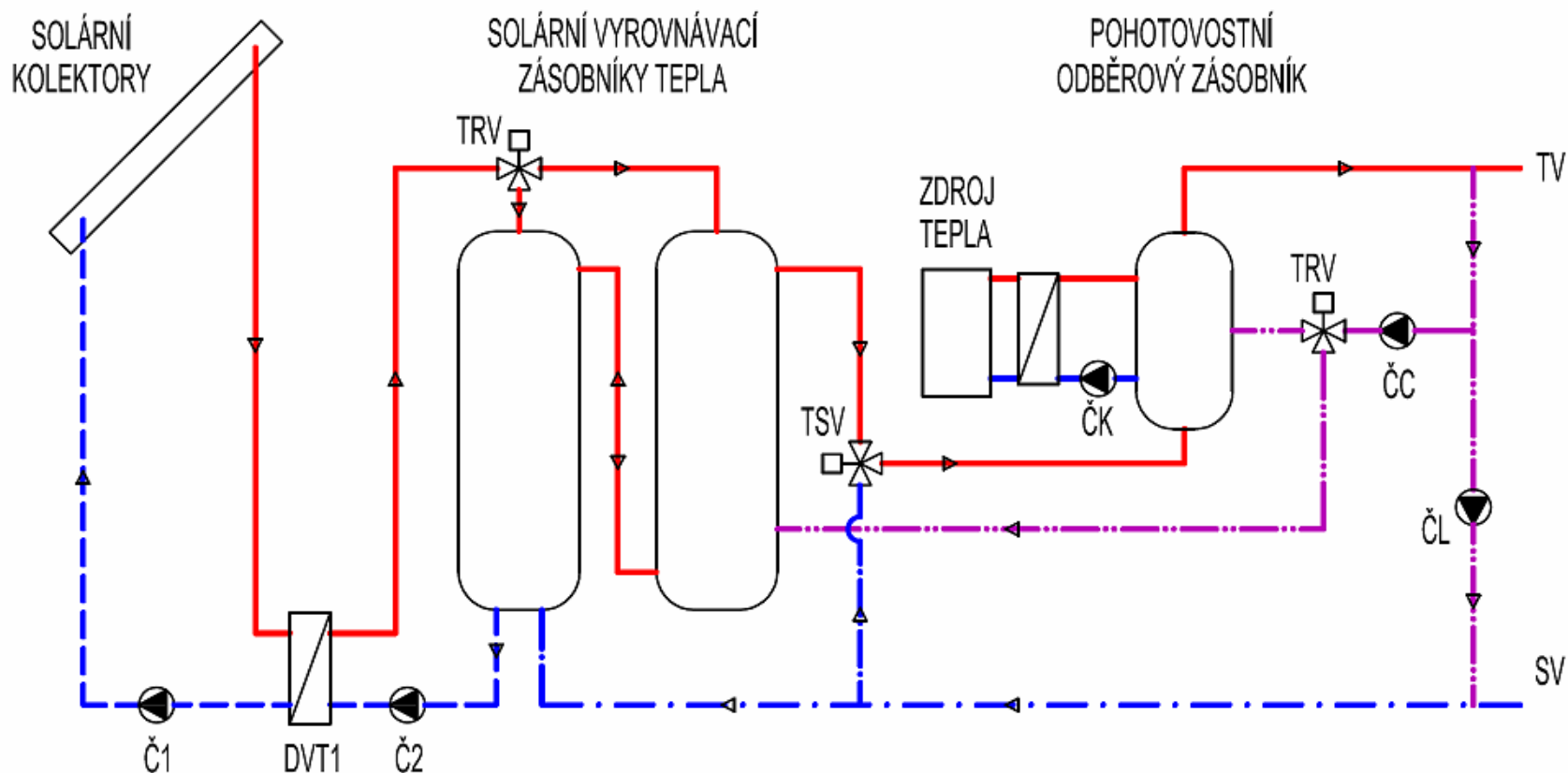
- **zjednodušený výpočet**
 - přírážka na základě typu přípravy TV (lokální, centrální, s cirkulací, ... meziobjektové CZT)
 - přírážka podle TNI 73 0302
- **výpočet podle norem** (precizní, ale komplikovaný, náročný na vstupní údaje, součinitele U , délky rozvodů)
 - ČSN EN 15316-3-2: rozvody TV a CV (využití denních profilů odběru, běhu CV)
 - ČSN EN 15316-3-3: příprava, zásobníky (využití denních profilů odběru, využití denních profilů nabíjení)
- **simulační výpočet** (náročný na vstupní údaje, součinitele U , délky rozvodů)
 - pouze některé simulační programy, hydraulické schéma rozvodů teplé vody



Solární příprava se zásobníky TV

objem rozdělený do více zásobníků

přívod z výměníku rozdělen podle teploty, cirkulace do nejteplejšího zásobníku
ochrana proti legionelle termickou desinfekcí (čerpadlo ČL)



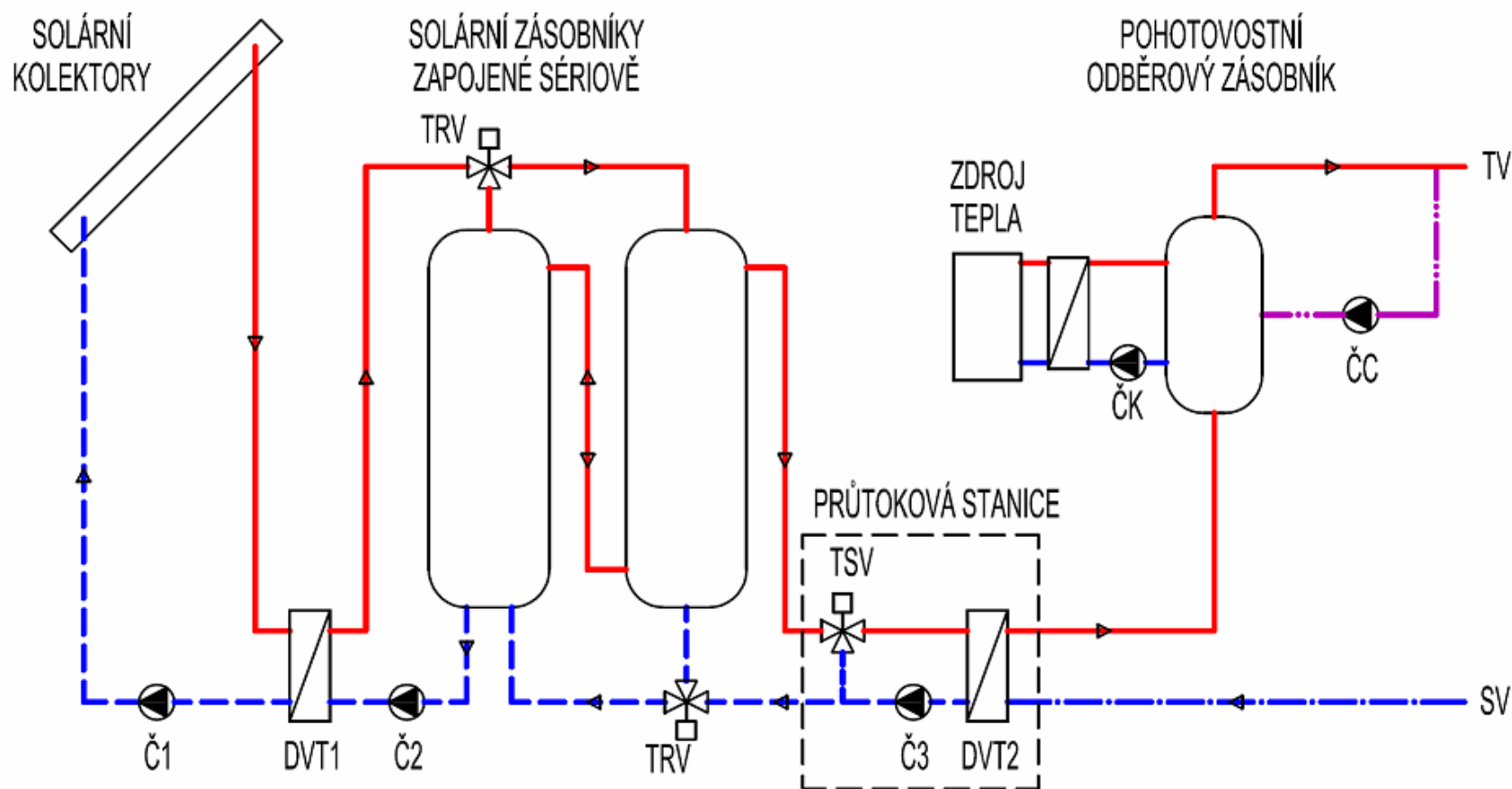


Solární příprava se zásobníky tepla

objem rozdělený do více zásobníků

přívod z výměníku rozdělen podle teploty, cirkulace do pohotovostního zás.

ochrana proti legionelle není nutná: průtokový ohřev

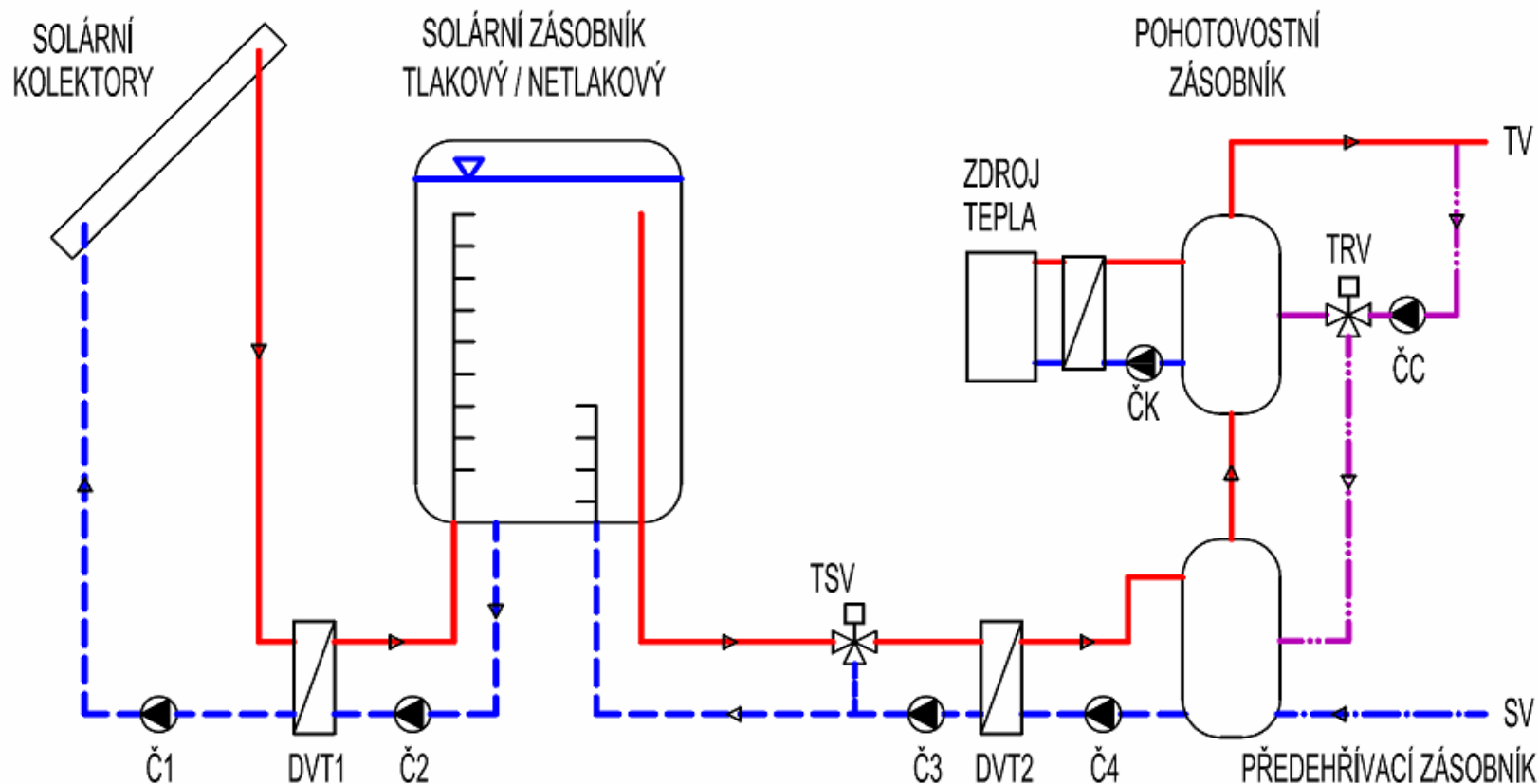




Solární příprava se zásobníky tepla

velkoobjemový beztlaký zásobník

stratifikace na přívodu ze sol. výměníku, stratifikace zpátečky z TV výměníku
ochrana proti legionelle není nutná: malé objemy pohotovostních zásobníků





Solární vytápění v BD

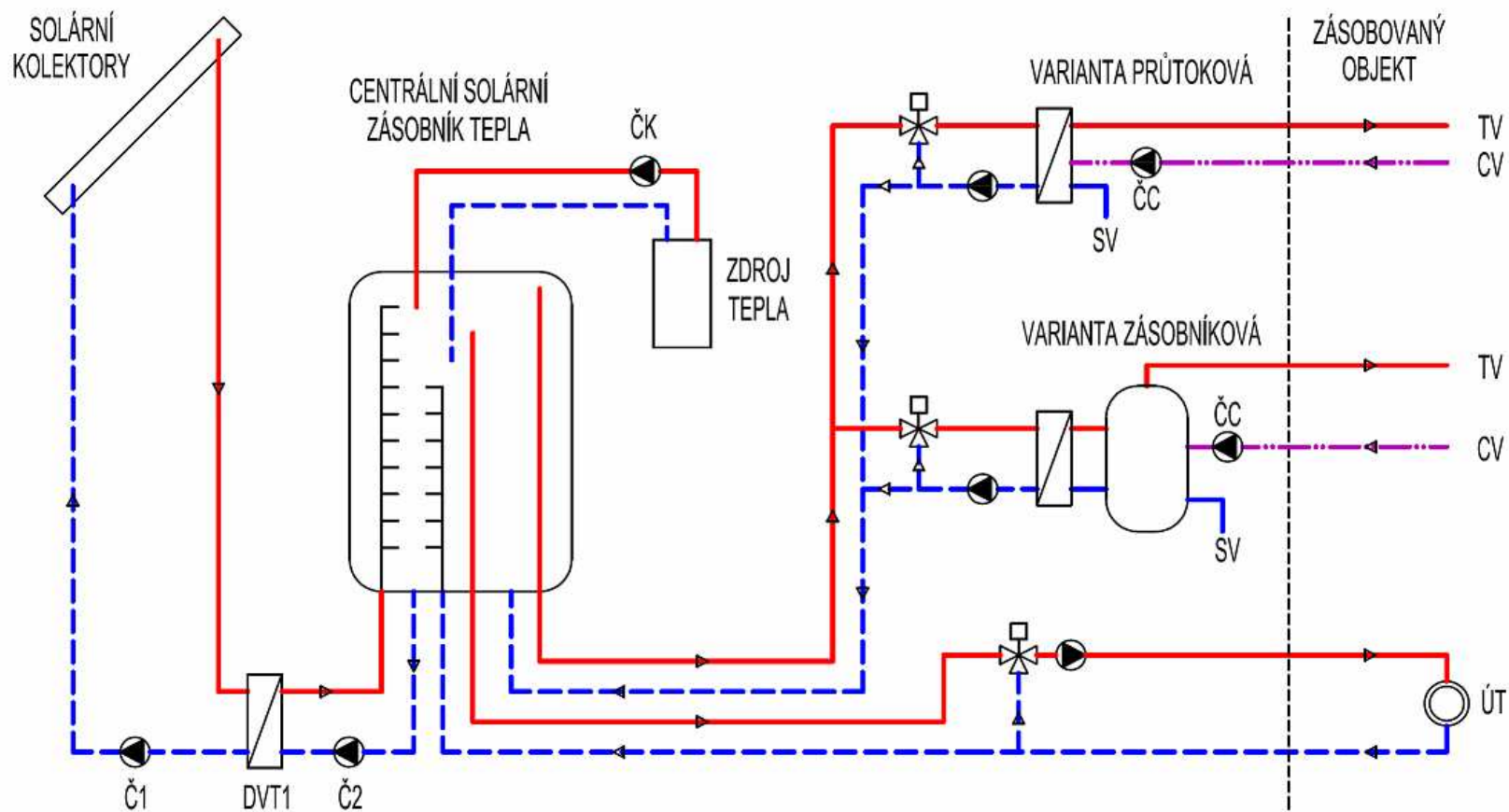
- **není časté**
Zelená úsporám **14 / 115** žádostí
- **ohřev otopné vody** – složitější integrace do stávajícího systému, regulace
- nutné vycházet především z reálné **spotřeby TV** v objektu
- **návrh plochy kolektorů na letní období**





Solární vytápění – centrální příprava TV

čtyřtrubkový rozvod (přívodní + zpětné, teplá + cirkulace)
menší bytové domy, kratší rozvody

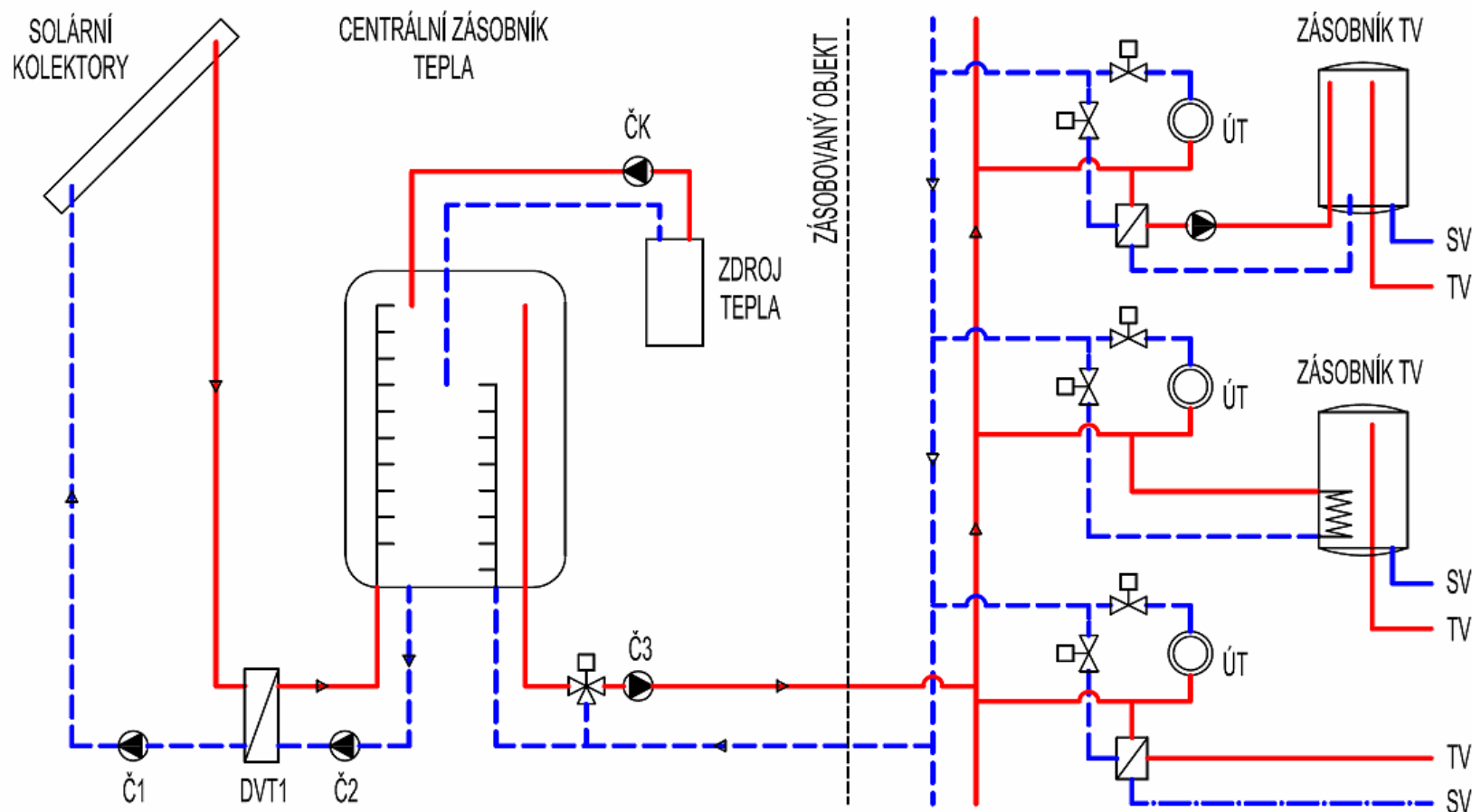




Solární vytápění – místní příprava TV

dvojtrubkový rozvod (přívodní + zpětné)

tlakově závislé bytové předávací stanice, regulace OS a příprava TV v bytech

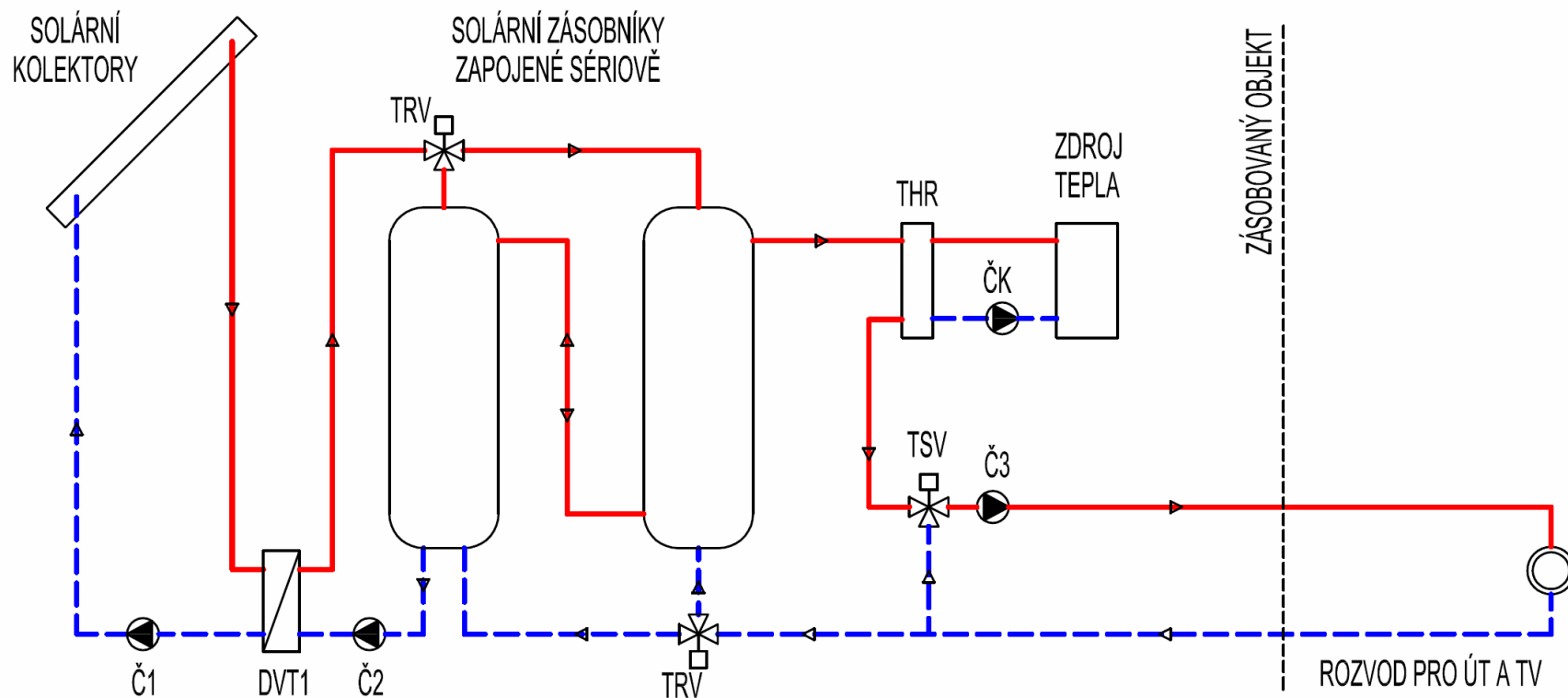




Solární vytápění – místní příprava TV

dvojtrubkový rozvod (přívodní + zpětné)

tlakově závislé bytové předávací stanice, regulace OS a příprava TV v bytech





Vliv návrhu plochy na dimenzování prvků

■ průtok solární soustavou

- návrh světlosti potrubí
- návrh tloušťky izolace

nízký průtok ~ 10 až 20 l/(h.m²), vyšší ohřátí, nutnost stratifikačních zásobníků

menší světlosti, menší tloušťky izolace, nižší náklady na rozvod

■ tlakové ztráty solární soustavy, členění a hydraulika okruhů

- oběhové čerpadlo

■ objem solární soustavy

- velikost expanzní nádoby, případně nárazníkové nádoby

■ výměník tepla (výkon)

zásadně externí deskový výměník (> 20 m²)

■ nosné konstrukce



Navrhování prvků solárních soustav

Návrh prvků

- plocha a počet solárních kolektorů, umístění
- nosné konstrukce pro kolektory
- objem a konstrukce solárních zásobníků
- architektonická a systémová integrace
- hydraulická zapojení solárních soustav
- světlost potrubí a tloušťka izolací
- výměníky tepla (optimalizace cena x zisk)
- oběhová čerpadla (výpočet tlakových ztrát)
- pojistná a zabezpečovací zařízení

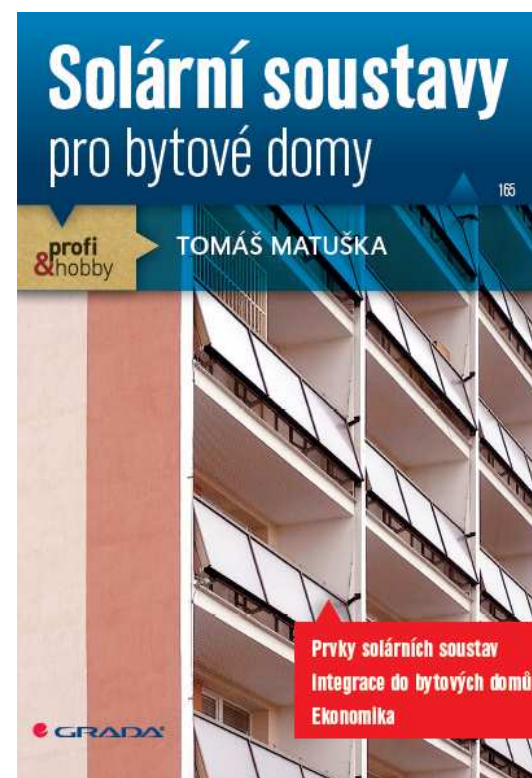




Solární soustavy pro bytové domy

Obsah

- **Sluneční energie pro bytové domy** (obecně o bytových domech, důvodech a bariérách rozvoje)
- **Solární tepelné soustavy** (typy, parametry, příprava TV, vytápění)
- **Prvky solárních soustav, navrhování a instalace**
- **Integrace solárních kolektorů do bytových domů** (orientace, stínění, umístění a integrace kolektorů)
- **Energetické přínosy** (výpočty, simulace a měření zisků)
- **Ekonomika** (investiční a provozní náklady, cena solárního tepla)





Děkuji za pozornost



ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST
PRO SLUNEČNÍ ENERGII (ČSSE)

NÁRODNÍ SEKCE INTERNATIONAL SOLAR ENERGY SOCIETY (ISES)

<http://www.solarnispolecnost.cz>

ÚVOD

O NÁS

SOLÁRNÍ TEPLŮ

AKTUALITY

AKCE

KE STAŽENÍ

FOTOGALERIE

ISES

ODKAZY

SLUNEČNÍ ENERGIE
- ENERGIE PRO VŠECHNY



AKTUALITY

11.1.2011

Snížení dotací na Slovensku

Ministerstvo hospodárstva Slovenskej republiky plánuje znížiť výšku dotácie pre domácnosti na kúpu ...



stavebnictví, úspory energií
technická zařízení budov

RSS | Mapa stránek

<http://www.solar-info.cz>

TZB-INFO

STAVBA

VYTÁPĚNÍ

VĚTRÁNÍ
KLIMATIZACE

VODA
KANALIZACE

OBNOVITELNÁ
ENERGIE

ELEKTROTECHNIKA

VÝTAHY

Aqua-therm

Firmy

Výrobky

Kalendář

Diskuse

Výpočty

Práce

Zákony

Normy

Publikace

Časopisy

Slovník

Videa

E-shopy

PROJEKT 2011



SOLÁRNÍ
KOLEKTORY

OBOROVÉ RUBRIKY

- Normy a právní předpisy
- Teorie
- Energetická politika

Solární kolektory

Nová rubrika **Solární kolektory** na TZB-info shrnuje nejnovější poznání o **solárních kolektorech** a celých **solárních soustavách** určených k **vytápění**, **přípravě teplé vody**, **ohřevu bazénové vody** a **chlazení**. Určena je jak investořům, kterým pomůže s výběrem **solárního kolektoru** a usnadní rozhodnutí