



Intelligent Energy  Europe


arsenal research
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

Technický opis, určenie veľkosti a výpočtové metódy solárnych systémov

Gundula Tschernigg
arsenal research

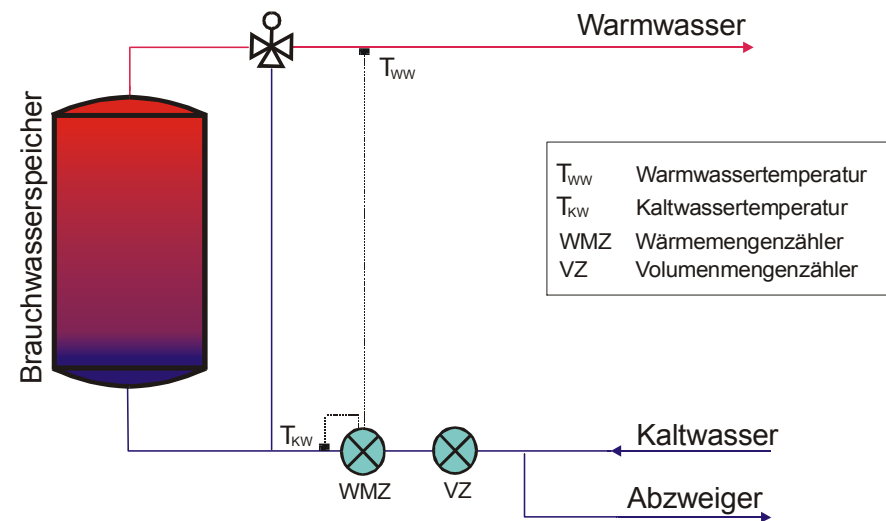
Obsah

- Stanovenie spotreby teplej vody
- Návrh hydrauliky a veľkosti solárnych systémov v bytových domoch
- Prepojenia veľkých kolektorových plôch
- Integrovanie solárnych systémov do budovy
- Kontrola funkčnosti a výstupov

Určenie potreby teplej vody

Zber meraných hodnôt

- Presná a spoľahlivá metóda stanovenia
- Meracie zariadenia:
 - merač prietoku (konštantná T)
 - merač tepla (aj s meniacou sa T)
- Aspoň v priebehu niekoľkých týždňov
- Dostatok denných hodnôt
- Zvážte umiestnenie!



Štandardné hodnoty potrieb teplej vody

- Denné potreby teplej vody v závislosti na počtu osôb, ich veku, bytovom štandardu, apod...

	Spotreba teplej vody na deň a osobu, pri teplote vody 60°C
Jednoduchá požiadavka	10 - 20 l
Vysoká požiadavka	20 - 40 l
Najvyššia požiadavka	40 - 80 l

- Kategória sociálnych bytov

	Spotreba teplej vody [liter]	Teplota [°C]
Spotreba na osobu a deň	30	60

Výpočet potreby teplej vody

$$Q_{\text{WW}} = \frac{V \cdot c_p \cdot \Delta T}{3600}$$

Q _{WW}	veľkosť energie teplej vody v kWh
V	potreba teplej vody v litroch
C _p	merná tepelná kapacita vody (4,2 kJ/liter K)
ΔT	rozdiel teploty medzi teplou a studenou vodou v Kelvínoch
T _{BW}	teplota teplej vody v °C
T _{KW}	teplota studenej vody v °C

$$X_{\text{Pers}} = \frac{W_{\text{NF}}}{33}$$

(in Austria)

X _{Pers}	celkový počet osôb
W _{NF}	celková úžitková bytová plocha v m ²
33 = W _{NF} spez	priemerná merná úžitková bytová plocha na osobu v m ²

$$X_{\text{Pers}} = n_w \cdot 2,5$$

(v Rakúsku)

X _{Pers}	celkový počet osôb
n _w	celkový počet bytov
2,5 = X _w spez	priemerný počet osôb v jednom byte

Návrh hydrauliky a velikosti solárných systémov v bytových domoch



Obsah

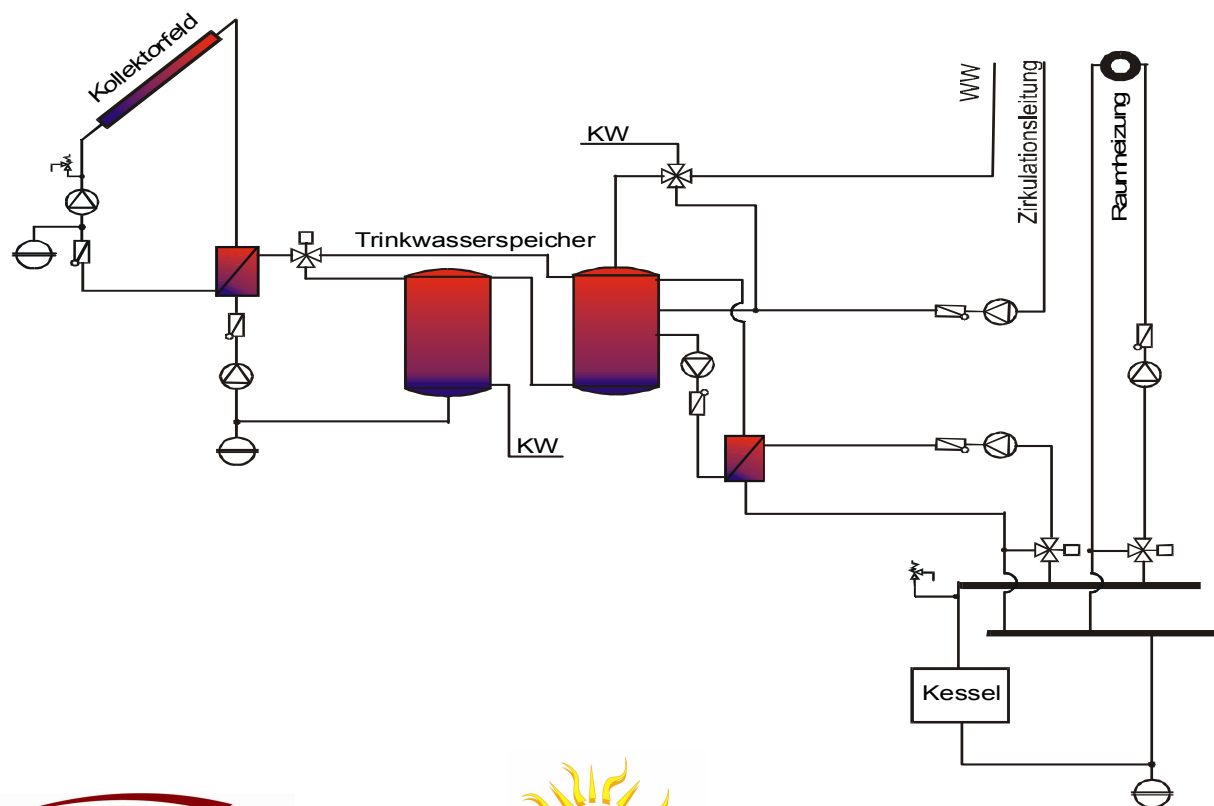
- Stanovenie veľkosti systémov pre teplú vodu
 - Plocha kolektorov
 - Veľkosť zásobníka
- Koncept podporného teplovodného systému
 - 2-rúrkový systém
 - 4-rúrkový systém
 - Integrovaný bojler
- Dimenzovanie podporných teplovodných systémov a umiestnenie systémov
 - Plocha kolektorov
 - Veľkosť zásobníka

- V Rakúsku bolo realizovaných v obytných budovách cez 800 projektov

Vývoj solárnych systémov v obytných budovách

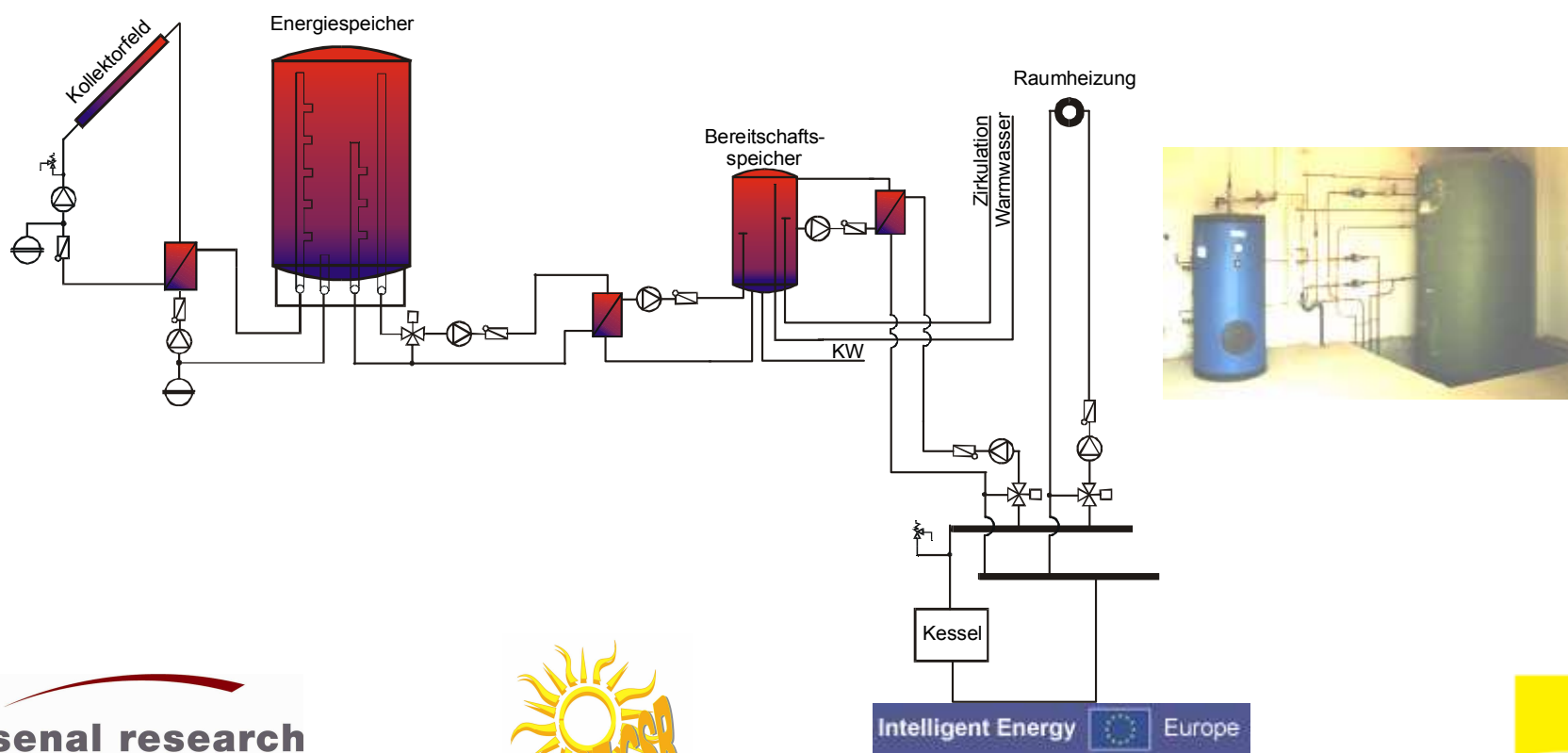
Dodávateľská sieť teplej vody v solárnom systéme 1. generácie v Rakúsku

- Od začiatku až do konca 90-tých rokov – budovy s niekoľkými bytmi, tiež aj dnes



Vývoj solárných systémov v obytných budovách

- Dodávateľská sieť teplej vody v solárnom systéme 2. generácie v Rakúsku
 - Od poloviny 90-tých rokov až dodnes



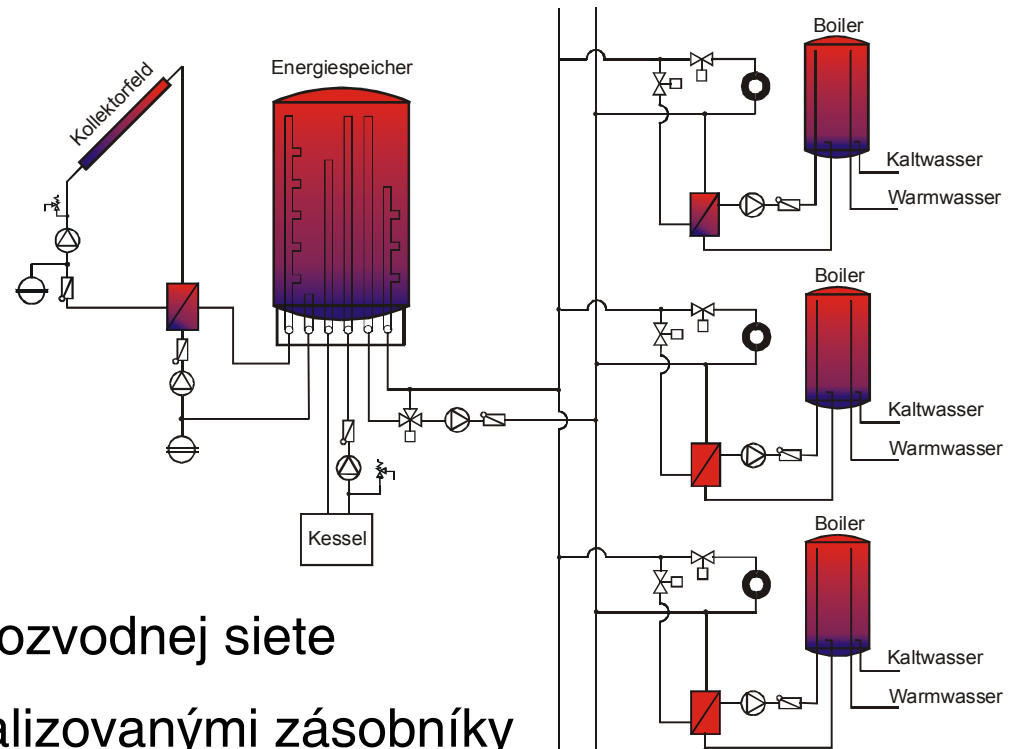
Požiadavky na dodávateľskú sieť teplej vody 3. generácie

- Porovnávacie systémy
- Prispôsobenie základných podmienok pre využitie solárnych systémov
- Koncepčné zníženie tepelných strát
- Najvyšší komfort pre obyvateľov
- Hygienicky neškodný ohrev pitnej vody
- Ekonomicky zmysluplné
- Moderné riadenie prevádzky
- Bez ohľadu na činnosť v nových budovách, musí byť možná činnosť v stávajúcich budovách



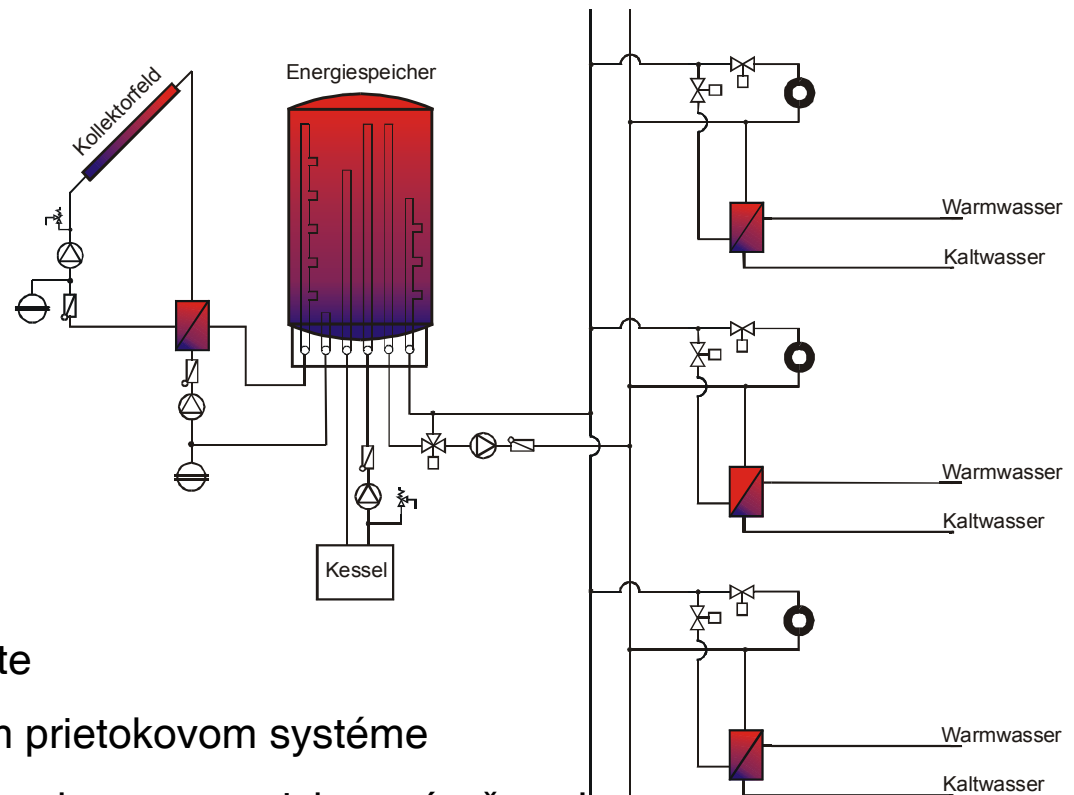
2-rúrkový systém môže úplne splniť tieto požiadavky!

Dodávateľská sieť teplej vody v solárnom systéme 3. generácie



- Dodávka vody z 2-rúrkovej rozvodnej siete
- Ohrev teplej vody s decentralizovanými zásobníkmi
- Zmysluplná činnosť s malou energetickou náročnosťou (bytovky, apod.)

Dodávateľská sieť teplej vody v solárnom systéme 3. generácie



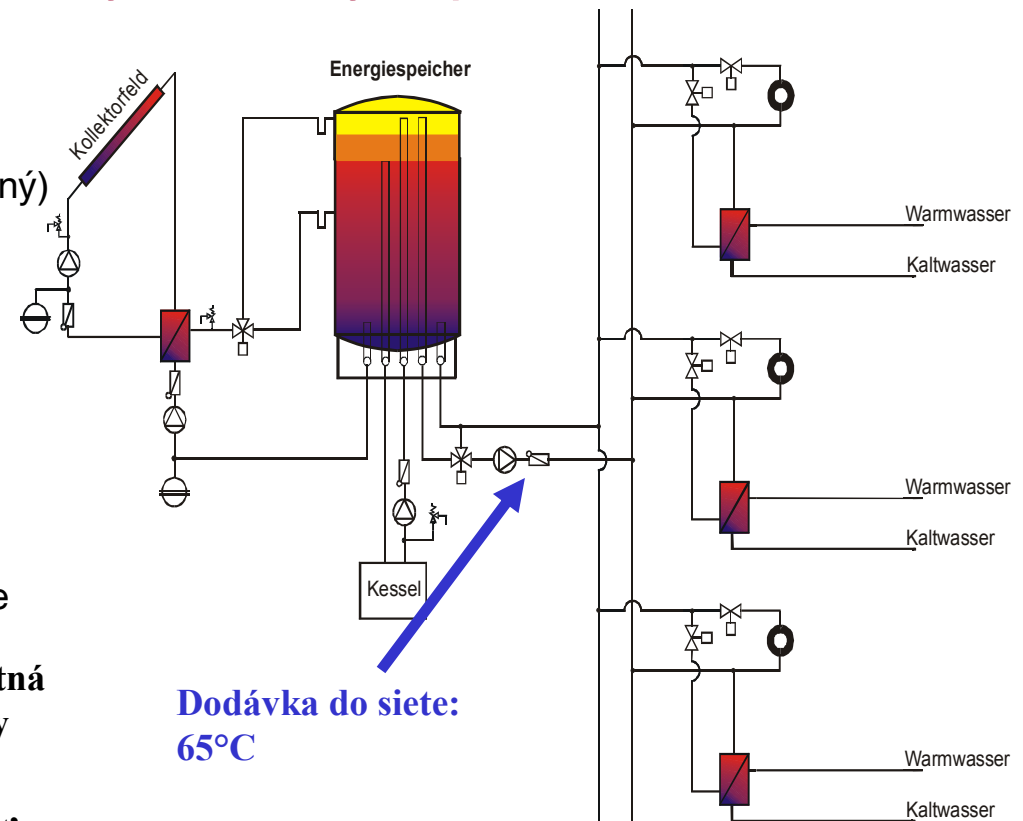
- Distribúcia tepla z 2-rúrkovej siete
- Ohrev vody v decentralizovanom prietokovom systéme
- Zmysluplná činnosť s malou a vysokou energetickou náročnosťou

Výhody 2-rúrkových rozvodov

- Distribučné straty sú znížené na minimum
- Závislé na systéme, miestna dodávka tepla môže byť dosiahnutá automaticky
- Nižšia cena v porovnaní so 4-rúrkovým systémom
- Zvýšenie komfortu a úplná hygienická neškodnosť dodávanej teplej vody
- Zníženie frekvencie chýb v priemyselne vyrábaných domových staníc a žiadna potreba pomocnej energie

Energetické siete solárneho systému: 2-rúrkové s decentralizovanými oblastnými výmenníkmi tepla

- Solárny systém
 - Keď je integrovaný zásobník energie:
 - >Prevádzkový režim: nízky (prispôsobený) prietok
- Konvenčný kotol:
 - Plnenie zásobníka energie
- Distribúcia tepla:
 - Párom rúrok (2 rúrky)
- Príprava teplej vody:
 - Decentralizovaný princíp prietoku v byte



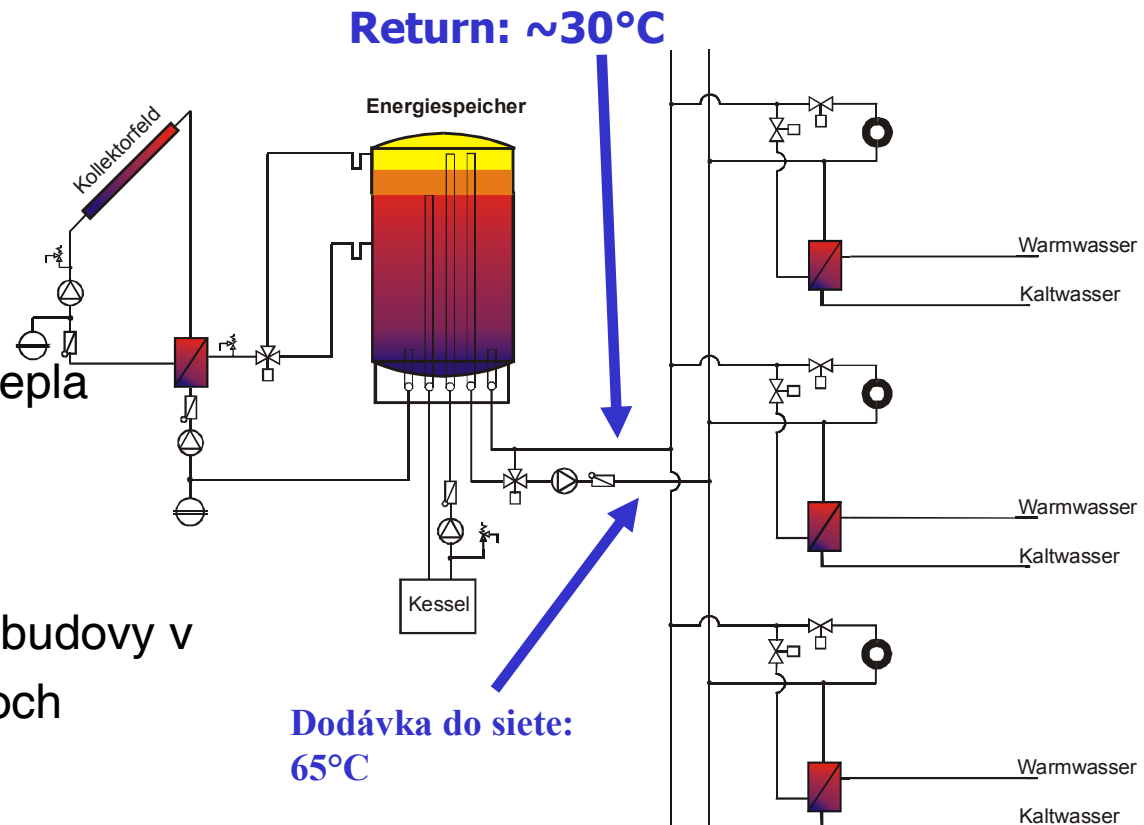
Dôležité: Do distribučnej siete je dodávaná konštantná teplota vody (približne 65 °C) v priebehu leta a zimy

Dôležité: Vrchná časť zásobníka potrebuje byť udržiavaná na teplote minimálne 65°C → bezpečnosť dodávky

Dôležité: Dimenzovanie ohrevu 65/40

Energetické siete solárneho systému: 2-rúrkové s decentralizovanými oblastnými výmenníkmi tepla

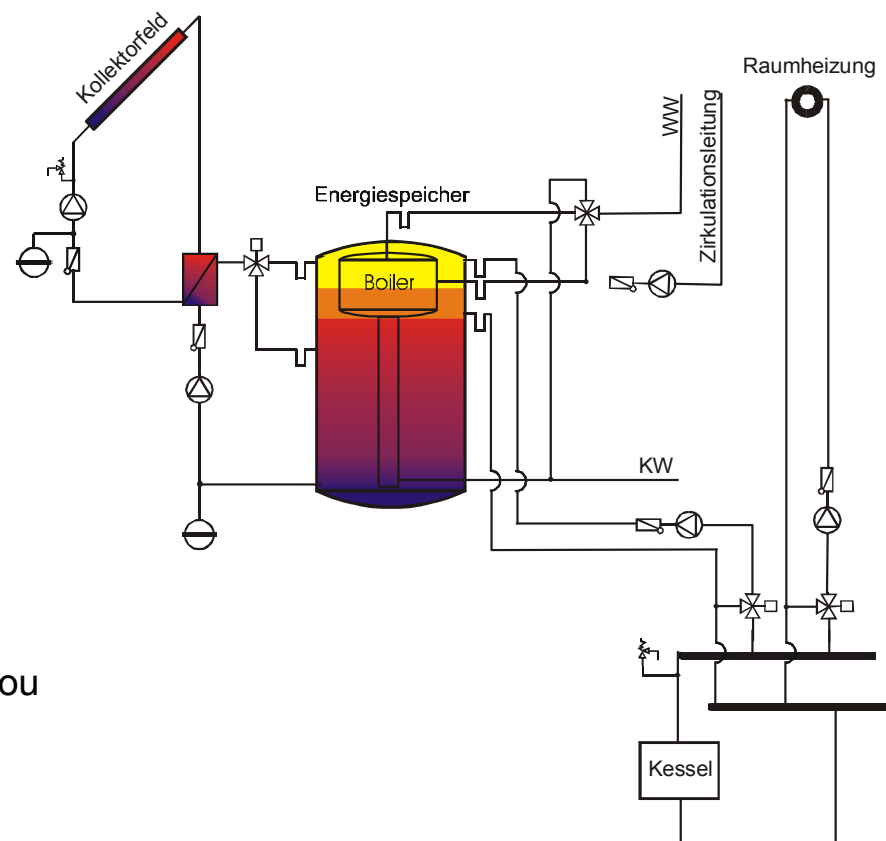
- Dôležité komponenty:
 - Zmiešavací ventil
 - Čerpadlo
 - Oblastné výmenníky tepla
- Aplikácia:
 - Nové budovy, obytné budovy v kompaktných systémoch budov, rekonštrukcie



Výhoda: Celoročná nízka teplota vratnej vody približne 30°C → malé straty v distribučnej sieti

4-rúrkový rozvod s jedným zásobníkom

- Oceľový zásobník
 - Použitý ako zásobník energie
- Integrovanie solárneho systému
 - Vnútorňý výmenník tepla
 - Doskový výmenník tepla
- Príprava teplej vody
 - Vnútorňý zásobník vody
 - Vnútorňý rúrkový výmenník
- Bezpečnosť dodávok je zaistená:
 - Veľkou zásobou teplej vody
 - Veľkou nádržou alebo veľkou výmennou plochou rúrkového výmenníka




Vďaka postaveniu zásobníkového energetického média je prenos tepla medzi teplou vodou a zásobníkovým médiom pomerne malý!

arsenal research

Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

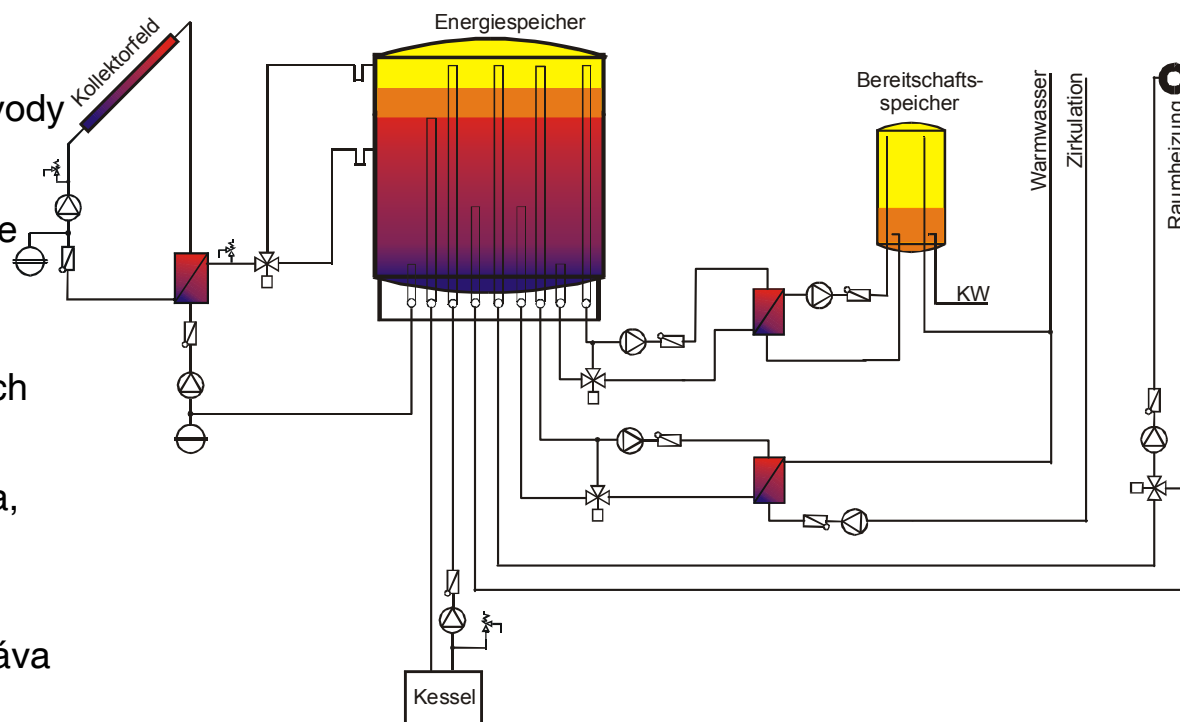


Intelligent Energy  Europe



4-rúrkový rozvod s dvomi zásobníkmi

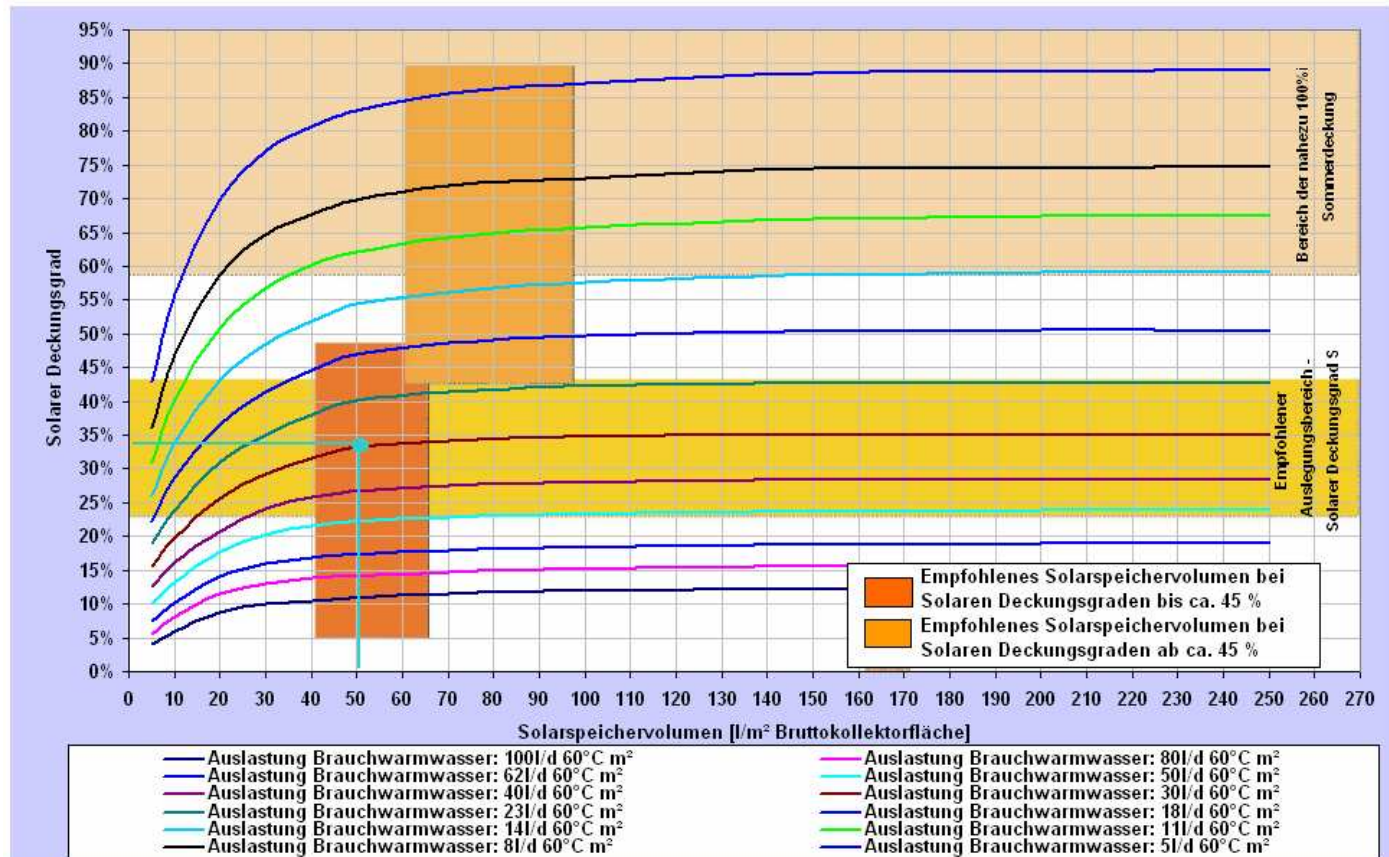
- Aplikácia
 - Pre veľké spotreby teplej vody
- Usporiadanie
 - Centrálny zásobník energie (ocel')
 - Centrálny zásobník teplej vody na pokrytie špičkových výkonov
 - Konvenčný generátor tepla, ktorý výhradne plní energetický zásobník
 - Energetický zásobník dodáva teplo na vykurovanie



Zvýšení výnosov zo solárneho systému až o 10% v porovnaní so solárnym systémom len pre prípravu teplej vody

Závislosť stupňa pokrytia potrieb energie solárnym systémom a veľkosťou zásobníka

- Nomograf pre určenie veľkosti povrchu kolektorov a veľkosti solárneho zásobníka v súvislosti so stupňom pokrytia potrieb energií solárnym systémom pri 2-rúrkovom rozvode



Príklad určenia veľkosti systému

Obytný dom s 21 bytmi

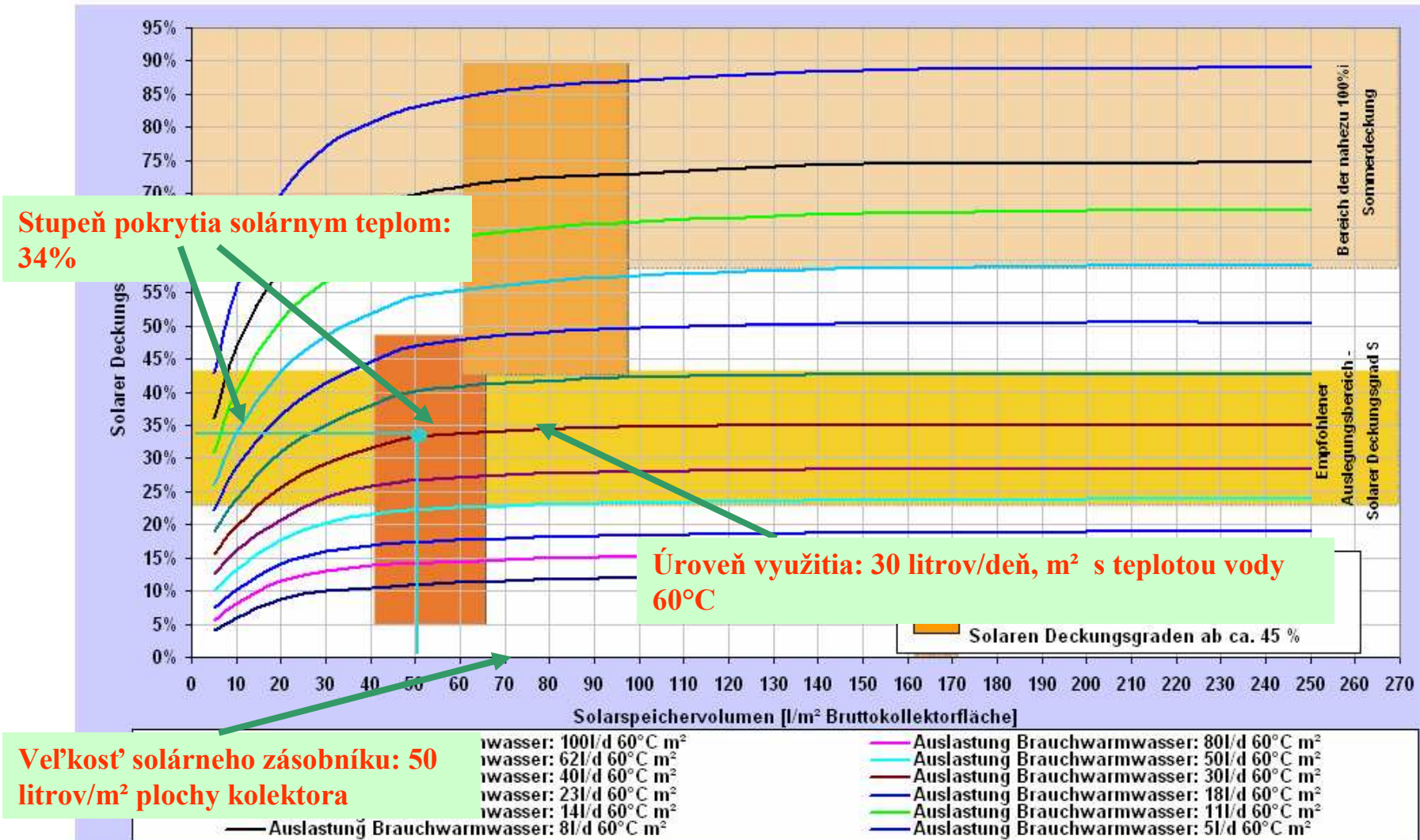
Potreba teplej vody: približne 1 575 litrov denne, teplota 60°C

Požadovaný stupeň pokrytia dodávok vody solárnym s.: približne 34 %

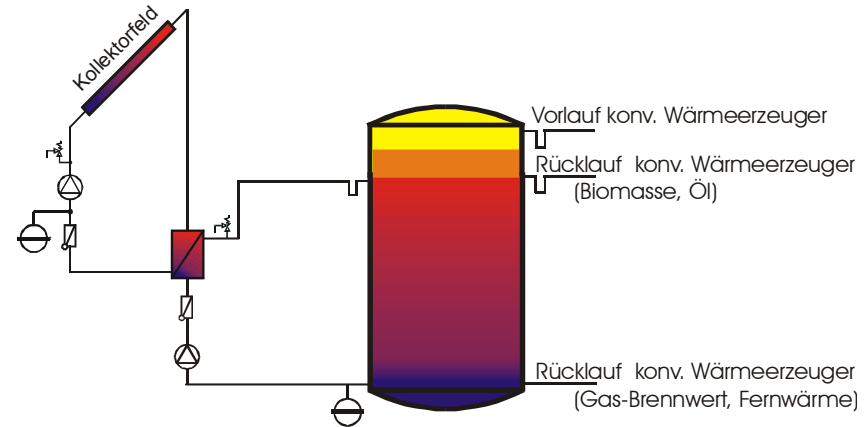
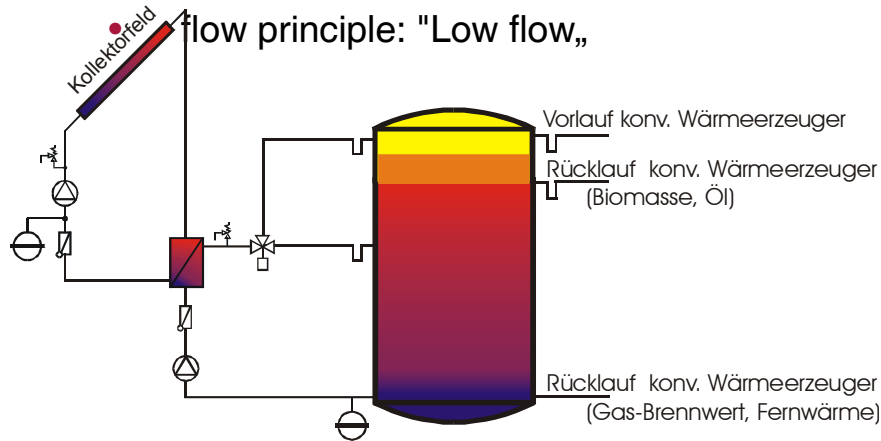
Hľadané hodnoty:

Veľkosť povrchu kolektorov

[m²] Veľkosť zásobníku [litrov]



Integrácia konvenčných vykurovacích systémov



Integrácia solárneho systému

Žiadna požiadavka na úroveň zát'áže spotrebičov v rozsiahlom systéme → malý vplyv na stupeň pokrytia energií solárnym systémom

Applikácie

Potreba vhodnej regulácie tokov a ekonomické stratégie zát'aží

1 napájacia úroveň (okrem pohotovosti a presmerovania množstva)

2 napájacie úrovne (jedna hore, jedna v 2/3 výšky nádrže)

Zmena je ovplyvnená teplotou a prevedená trojcestným ventilom

Integrácia konvenčných kotlov

Dodávka do siete: z najvyššej časti zásobníku

Vratná sieť: horná časť zásobníka (môže byť využité pre zdroj tepla na biomasu, vykurovací olej, plyn)

Vratná sieť v nižšej tretine zásobníka (môže byť použitá pre kondenzačné kotle a centrálné vykurovanie)

Prepojenie veľkých kolektorových plôch



Požiadavky na pripojenia kolektorov

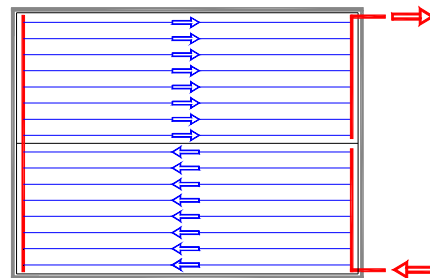
- Prenos tepla medzi absorbérmi a distribútorom tepla (médiom) musí byť čo najlepší
- Tlakové straty, spôsobené prietokom médií v kolektoroch, musia byť čo najmenšie
- Výrobcovia by mali používať štandardné dimenzovanie (štand. rozmery)
- Pre zníženie tepelných strát, materiálových nákladov a montážnych nákladov je potrebný malý účinný prierez potrubia

Sú žiaduce sériové prepojenia

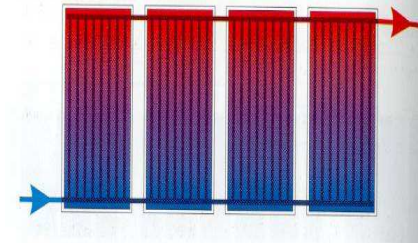
Princíp prietoku: „Pomalý prietok“

Výhody rozsiahlych inštalácií v porovnaní so samostatnými inštaláciami kolektorov

- Veľké inštalácie



- Samostatné kolektory

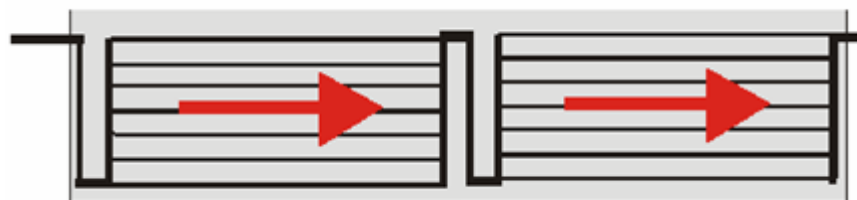


- Skrátenie času inštalácie použitím žeriavu
- Zníženie počtu prepojení
- Prevedenie inštalácií kolektorov je denne cez 300m² (100m² pri vyvýšených plochách)
- Kvalita je zvýšená použitím zavedenej metódy inštalácie a znížia sa náklady na miestne prepojovanie

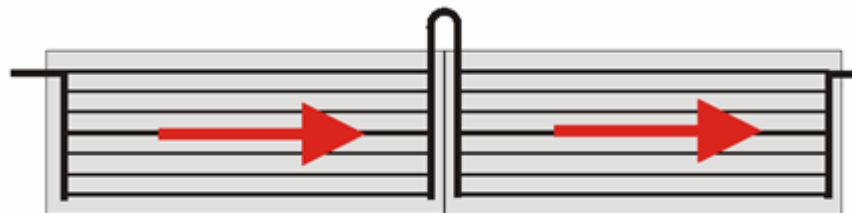
Kompenzácia rozpínavosti

Pre med' a teplotný rozdiel $\Delta T = 200 \text{ K}$ je expanzia: **3,5 mm/m**

- Kompenzačná expanzná slučka v kolektoroch



- Vonkajšia kompenzačná expanzná slučka z pružnej rúrky



- Výrobca kolektorov musí uviesť maximálny počet jednotlivých kolektorov zapojených do série a/alebo použiť kompenzačné expanzné slučky

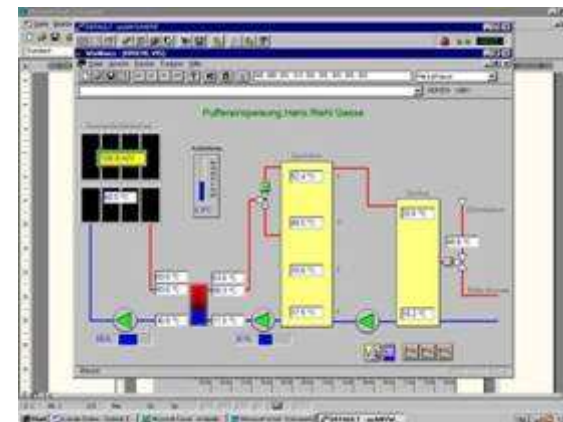
Všeobecné aspekty

- Zapojiť čo najviac kolektorov do série
- Malo by sa dosiahnuť turbulentné prúdenie v kolektoroch => optimálna efektívnosť
- Používajte samostatné ventily v paralelných poliach kolektorov => oddelené prečistenie kolektorových polí
- V rozdielnych paralelných poliach kolektorov
 - Usporiadanie rôznych množstiev prietokov
 - Používajte okruhové riadiace ventily
 - Najvyššiu odolnosť voči teplote
 - Umiestnenie ventilov čo najďalej od kolektorov (väčšinou do obvodu spiatočky)



Kontrola funkčnosti zariadenia a výstupov

„monitoring“



Obsah

- Čo je to kontrola funkčnosti a výstupov?
- Z akého dôvodu ich používame?
- Rôzne kvalitatívne štandardy kontrol funkčnosti a kontrol výstupov

Kontrola funkčnosti zariadení

- Manuálna zrková kontrola – kontrola manipulantom zariadenia
 - Systém zvolených, vybraných teplôt, tlakov
 - Stav tepelných izolácií
 - Kontrola prepojení, spojov
 - Vybrané kontroly prevádzky systému
 - Možnosť znovunastavenia (zmeny v nastavení) prevádzky systému po niekoľkých mesiacoch

V priebehu údržby by malo byť postarané o všetky prvky!!

- Automatická kontrola funkčnosti zariadení
 - Inteligentná regulácia (ľahko programovateľná)
 - Automatický odkazovač porúch (SMS, e-mail, telefonicky, a pod..)
 - Nepretržité sledovanie prevádzky zariadenia (monitoring teplôt, tlakov, a pod..)

Kontrola výstupov

- Manuálna kontrola výstupov
 - Odčítanie údajov z meračov tepla (mesačne, ročne ...)
- Automatická kontrola výstupov
 - Automatický záznam hodnôt z meračov tepla a ďalších senzorov (M-Bus /zbernicový systém/, výstup impulzov,..)
 - Môže slúžiť tiež ako hrubá kontrola funkčnosti

Z akého dôvodu sa používajú ?

- V Nemecku je používanie meračov tepla v solárnych systémoch vyžadované
- V niektorých častiach Rakúska je to podmienka pre získanie fondov
 - Minimálny výstup zo solárneho systému: 350 kWh/m² rok
- Niektoré spoločnosti, ktoré stavia bytové domy, žiadajú špecifické výstupy zo solárnych systémov, kde
 - Dosiahnuteľné ukazovatele a/alebo kvalitatívne profily sú predpísané
 - Inštalačná firma preberá garancie (je bežné, že väčšinou spolu s dodávateľom kolektorov)
 - menšie výstupy sú určené pre prvé tri roky prevádzky a po projektovanej životnosti
 - nevýhoda: garancia sa netýka projektanta!
 - Väčšinou manuálne odčítanie údajov z meračov tepla

Rôzne druhy kvalitatívnych štandardov kontroly funkčnosti a kontroly výstupov

- Minimálny monitoring zariadenia

- Použite meranie tepla
- Pravidelná údržba
- Údaje z merača tepla by mali byť zaznamenávané pravidelne
 - Možná voľba: Použite „jednoduchý“ merač tepla v kombinácii s kontrolným zariadením (→ množstvo tepla, teplota ohriateho média a teplota spiatočky sú uložené v kontrolnom zariadení; možnosť ich odčítania; pre malé aplikácie je tiež možné doplnkové meranie doby prevádzky čerpadla)



→ Obvyklé: najmä v samostatných rodinných domoch

Rozsiahle solárne systémy

- Bežný monitoring (ochrana pred poruchami)
 - Monitoring, signalizujúci poruchy v prevádzke zariadenia
 - Pomocou vhodných kontrolných zariadení (EMC 2000, Schneid, a pod..) alebo riadiacich systémov
 - Odkazovanie porúch sa riadi podľa naprogramovanej logiky alebo logiky v analýze dát
 - Kritériá: hodnoty teplôt a hodnoty slnečného žiarenia, tlak v systéme
 - Žiadne vyhodnotenia výstupov (výnosov) zariadenia
 - Podmienky: ľahké naprogramovanie kontrolného zariadenia alebo riadiaceho systému (s možnosťou automatického ohlasovania porúch modem stanice, prijateľné miesto pre signalizáciu výstrahy)



Rozsiahle solárne systémy



- **Detailné monitorovanie zariadenia (optimalizácia a zkúmanie)**
- Úrovne prietokov, teplotných rozdielov v každom hydraulickom okruhu (energetickej rovnováhy), teplôt v zásobníku, doba prevádzky, a pod..
- Pomocou vhodných kontrolných zariadení alebo vlastnou ústredňou zberu dát; zbernicové systémy „bus“ sú vhodné len za určitých podmienok, pretože:
 - Perióda pamäťového intervalu je väčšinou príliš nepresná (max. 1x denne; napr. u „m-bus“ systému)
 - Zlučiteľnosť s inými meracími systémami je podmienená určitými danými podmienkami
- Kritéria ohlasovania porúch: Teploty a/alebo slnečné žiarenie, tlak v systéme
- Odkazy o poruche "on-line" alebo po dennej logickej automatickej analýze dát
- Detailná analýza prevádzkovania systému (energií, teplôt, strát, a pod..) vo vhodných dočasných riešeniach
- Podmienky: ľahké naprogramovanie kontrolného zariadenia alebo riadiacich systémov s možnosťou pamäťového vyrovnávania dát a ich zasielania vo vhodnom formáte a/alebo automatického ohlasovania porúch, modem stanice, prijateľné miesto pre signalizáciu výstrahy a zber dát

Monitoring

- Kontrola obvyklého výberu dát o množstve tepla a ich porovnanie s modelom (simuláciou) -> Kontrola výstupov



- Automatický záznam ďalších prevádzkových parametrov v dátovej ústredni alebo ľahko programovateľným kontrolným zariadením a vyhodnotenie dát na PC -> Možnosť optimalizácie



- Pokračujúca automatická kontrola funkčnosti zariadenia, spojená s
 - Integrovanou kontrolou vierohodnosti údajov
 - Odoslaním signálu o poruche v prípade výstredných hraničných hodnôt
 - Použitím zaznamenaných prevádzkových dát pre optimalizáciu a kontrolu výstupov
 - eventuálne s diaľkovým riadením cez Modem/GSM/Web servre

Optimalizačné opatrenia na zvýšenie celkovej efektívnosti prevádzky

- → Technické nedostatky, ktoré zistíme pri monitorovaní zariadenia, sa netýkajú len solárneho systému, ale tiež celej dodávky tepla alebo celého systému dodávky teplej vody!
- → Odhalené technické nedostatky nie sú väčšinou naliehavé/vážne (šetrí peniaze)
- **Vznik technických nedostatkov má často veľmi podobnú príčinu a môže sa čiastočne opakovať v jednotlivých zariadeniach**
- **Ich včasné rozoznanie môže minimalizovať negatívne účinky na efektívnosť zariadenia a na výstupy solárneho systému!**



Intelligent Energy  Europe


arsenal research
Ein Unternehmen der Austrian Research Centers

Ďakujem Vám za Vašu pozornosť!

Contact:

DI (FH) Gundula Tschernigg
arsenal research

Giefinggasse 2, 1210 Wien, Austria
ph: +43 (0) 50550-6374, f: +43 (0) 50550-6390
mobile: +43 (0) 664/ 825 11 75
gundula.tschernigg@arsenal.ac.at
www.arsenal.ac.at/eet

