

**IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS**

2013. november 26., Budapest
Szervező: Magyar Épületgépészek Napenergia Egyesülete
Magyar Épületgépészek Szövetsége

***Napkollektoros
rendszerek
üresjáratú
túlmelegedésének
kezelése***

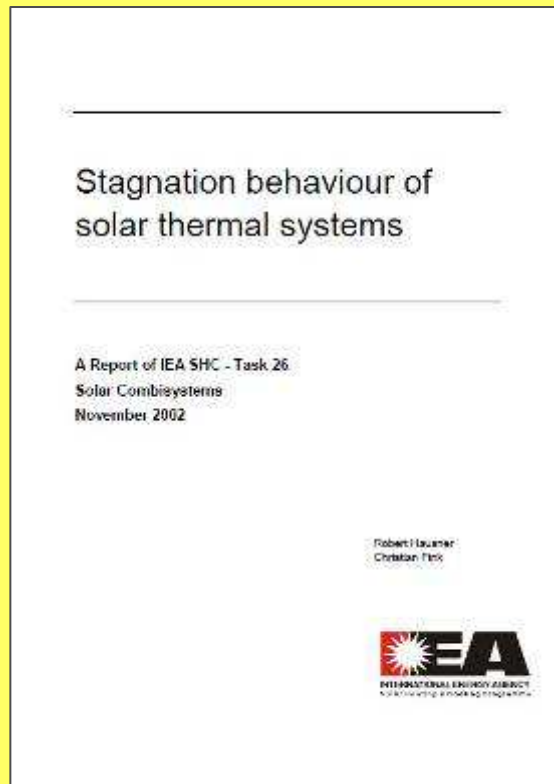
Lendvay Gábor
tervező
Naplopó Kft.





Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

A napkollektoros rendszerek egyik legnagyobb üzemeltetési problémája a pangási állapot ideje alatt fellépő magas hőmérséklet és magas nyomás. Ez a biztonsági szelep lefújásához vezethet, károsíthatja a napkollektorokat, a hőátadó folyadékot és a napkollektor körbe beépített egyéb berendezéseket és szerelvényeket.



Pangási (üresjáratú) állapot

Erős napsugárzás esetén, a napkollektor körüli szivattyú álló helyzetében a napkollektorokban kialakuló magas hőmérsékletű állapot, ami gyakran gőzképződéshez vezet.

Egy európai projekt keretében 2001-ben vizsgálták Ausztriában a fűtésrészegítést is végző „kombi” rendszerek pangási állapotának kialakulását és annak következményeit.



Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

Mikor fordul elő pangási állapot?

- Derült időjárás és alacsony hőfogyasztás esetén, ha a napkollektorok már felfűtötték a tárolókat a maximális hőmérsékletig (pl. nyári szabadság miatti távollét esetén).
- Meghibásodás esetén, pl. szabályozó, érzékelő vagy szivattyú hiba esetén.
- Nem megfelelő légtelenítettség esetén, ha emiatt megszakad a napkollektor körben a folyadékoszlop.
- Áramszünet esetén.

Következtetés:

- Jó minőségű napkollektorok alkalmazása esetén szinte biztos, hogy pangási állapot elő fog állni. Ennek az előfordulása különösen gyakori a melegvíz készítés mellett épületek fűtésére is szolgáló, nagyobb napkollektor felülettel megvalósuló „kombi” rendszerek esetében.
- A pangási állapot bekövetkezését megakadályozni nem tudjuk, ezért a napkollektoros rendszert úgy kell megvalósítani, hogy az ne károsodjon a pangási állapot következtében.



Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

Mekkora a pangási hőmérséklet?

MSZ EN 12975-2:2006

Termikus napenergia-hasznosító rendszerek és szerkezeti részeik.
Napkollektorok. 2. rész: Vizsgálati módszerek

Pangási hőmérséklet (t_{stg})
1000 W/m², 30°C

Síkkollektorok:
180-210°C

**Vákuumcsöves
kollektorok:**
220-300°C

Solar Keymark adatlap
a napkollektorok
pangási hőmérsékletét
tartalmazza.

| EN 12975 szabvány szerinti vizsgálati jelentés Solar Keymark tanúsítvány melléklete | | Vizsgálat száma: | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|--|-------------|-------------------------------------|-------------|-------------|------|------|------|-----------------|------|
| | | Kiadás időpontja: | | | | | | | | | | | | | |
| Kollektor típus (síkkollektor, vákuumcsöves kollektor, fedetlen kollektor) | | Síkkollektor | | | | | | | | | | | | | |
| Tetőbe integrálás lehetséges-e? | | Igen | | | | | | | | | | | | | |
| Napkollektor megnevezése | Nyílásfelület [m ²] | Teljes hossz [mm] | Teljes szélesség [mm] | Teljes magasság [mm] | Teljes felület, A _G [m ²] | Napkollektor teljesítménye G = 1000 W/m ² T _m - T _a : | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0 K [W] | 10 K [W] | 30 K [W] | 50 K [W] | 70 K [W] | | | | | |
| TS 300 | 1,78 | 2 009 | 1 009 | 75 | 2,03 | 1 444 | 1 378 | 1 233 | 1 073 | 896 | | | | | |
| Napkollektor hatásfok paraméterei a nyílásfelületre vonatkoztatva (A_a) Hőhordozó közeg típusát és a tömegáramot lásd az 1. megjegyzésben. | | | | | | η _{0a} | 0,809 | - | | | | | | | |
| | | | | | | a _{1a} | 3,59 | W/(m ² K) | | | | | | | |
| | | | | | | a _{2a} | 0,014 | W/(m ² K ²) | | | | | | | |
| Pangási (üresjáratú) hőmérséklet - időjárási körülményeket lásd 2. megjegyzés: | | | | | | t _{stg} | 196 | °C | | | | | | | |
| Effektív hőkapacitás: | | | | | | c _{eff} = C/A _a | 0,02 | kJ/(m ² K ²) | | | | | | | |
| Maximális üzemi nyomás - lásd 3. megjegyzés | | | | | | p _{max} | 600 | kPa | | | | | | | |
| Beesési szög módosító tényező K_θ(θ): | | | | | | θ _T /θ _L | 50° | 10° | 20° | 30° | 40° | 60° | 70° | | |
| | | | | | | K _θ (θ _T) | 0,95 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,97 | 0,91 | 0,83 | | |
| | | | | | | K _θ (θ _L) | 0,95 | 1,00 | 0,99 | 0,99 | 0,97 | 0,91 | 0,83 | | |
| G _{DIF} /G _{TOT} min./max. mérés közben. | | | | | | 0,12 / 0,12 | | | | | | | | | |
| Éves napkollektor hozam kWh | | | | | | | | | | | | | | | |
| Napkollektor megnevezése | Helyszín és napkollektor hőmérséklet (T _m) | | | | | | | | | | | | | | |
| | Athén | | | Davos | | | Stockholm | | | Würzburg | | | | | |
| | 25°C | 50°C | 75°C | 25°C | 50°C | 75°C | 25°C | 50°C | 75°C | 25°C | 50°C | 75°C | 25°C | 50°C | 75°C |
| TS 300 | 2 334 | 1 705 | 1 161 | 1 924 | 1 362 | 886 | 1 318 | 886 | 561 | 1 431 | 960 | 596 | | | |
| Megj. 1. | Hőhordozó közeg: Víz | | Tömegáram: 0,014 | | kg/s per m ² | | | | | | | | | Pecset, aláírás | |
| Megj. 2. | Napsugárzás, G _S =1000 W/m ² , külső levegő hőmérséklet, T _a =30° | | | | | | | | | | | | | | |
| Megj. 3. | Gyártó által megadott érték | | | | | | | | | | | | | | |



Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése



MSZ EN 12976-1:2006

Termikus napenergia-hasznosító rendszerek és szerkezeti részeik.
Előre gyártott rendszerek. 1. rész: Általános követelmények

A napkollektoros rendszert úgy kell megtervezni és kivitelezni, hogy tartós napsugárzás és hőfogyasztás nélküli állapot esetén se legyen szükség személyes beavatkozására a rendszer újraindulásához.

Ha a rendszer túlmelegedés elleni védelme az ivóvíz kiengedésével van megoldva, azt oly módon kell kivitelezni, hogy a lakókban, rendszerben és a házban se keletkezzen kár, a kifolyó forró víz vagy gőz hatására.

Amennyiben a túlmelegedés elleni védelemhez elektromos áram és/vagy hálózati hidegvíz szükséges, akkor azt nyomtatékosan fel kell tüntetni a rendszeren és a használati utasításban.

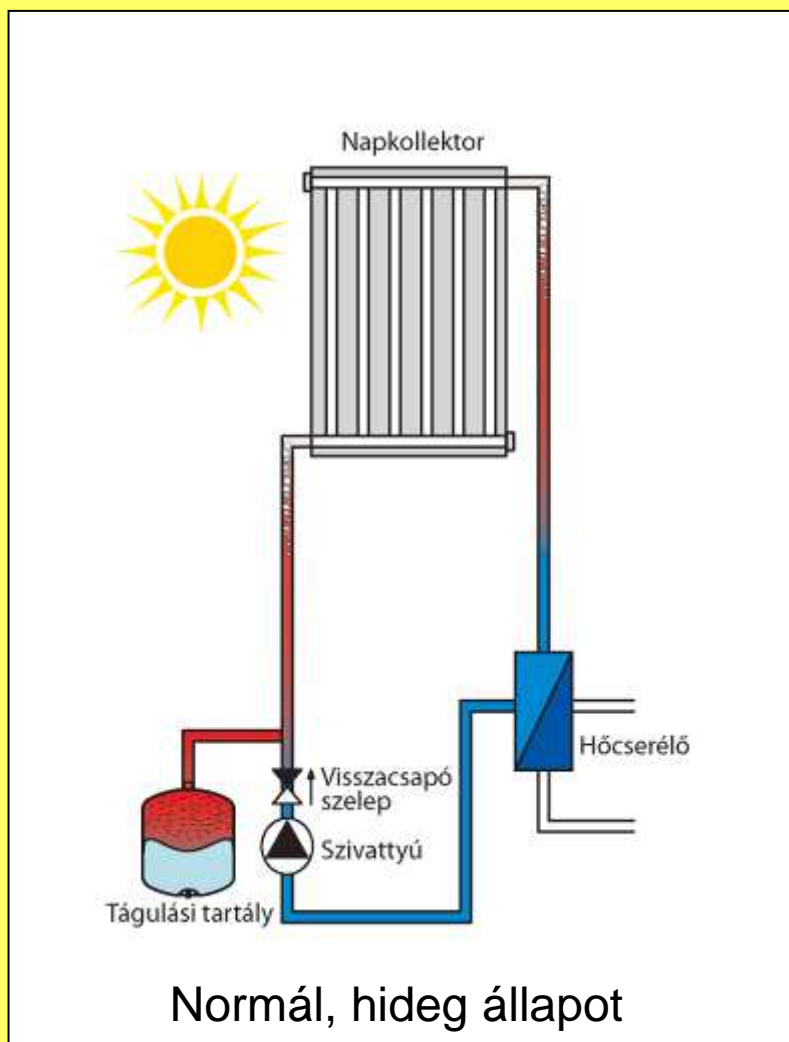
Forrázás elleni védelem

Azon rendszerek esetében ahol a HMV hőmérséklete meghaladhatja a 60 °C-ot, be kell építeni egy olyan eszközt, ami a csapolási pontokon max. 60 °C +/- 5 °C -ot hőmérsékletű kifolyó melegvizet engedélyez (pl. termosztatikus keverőszelep). Ennek az eszköznek ki kell bírnia a legmagasabb HMV hőmérsékletet ami előfordulhat.



Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

Pangási állapot kialakulása



1. fázis: Folyadék kitágulása

A napkollektorok hőmérséklete emelkedik, a folyadék kitágul.

2. fázis: Gőzképződés indul a napkollektorokban

A napkollektorokban telített gőz képződik, ami nagy mennyiségű folyadékot nyom ki a tágulási tartályba. Ezért a nyomás hirtelen emelkedik. A nyomással a forráspont is emelkedik. Ez a fázis addig tart, míg folyamatos gőzcsatorna alakul ki a kollektorok ki- és belépő csövközi között. A kollektorokban még marad folyadék.

3. fázis: Napkollektorok ürülése forrással

A napkollektorok maradt összes folyadék elgőzölög. A keletkező gőz eljut és energiát szállít a csővezetékek és a rendszer többi része felé. A gőz a csővezetékben kondenzálódik. Ebben a fázisban a nyomás eléri a maximális értéket.

4. fázis: Napkollektorokat túlhevített gőz tölti ki

A napkollektorok egyre szárazabbá válnak és a gőz túlhevül. Ennek következtében a gőztérfogat csökken, a kollektor folyadékot szívhat vissza, kisebb nyomáslökések keletkezhetnek.

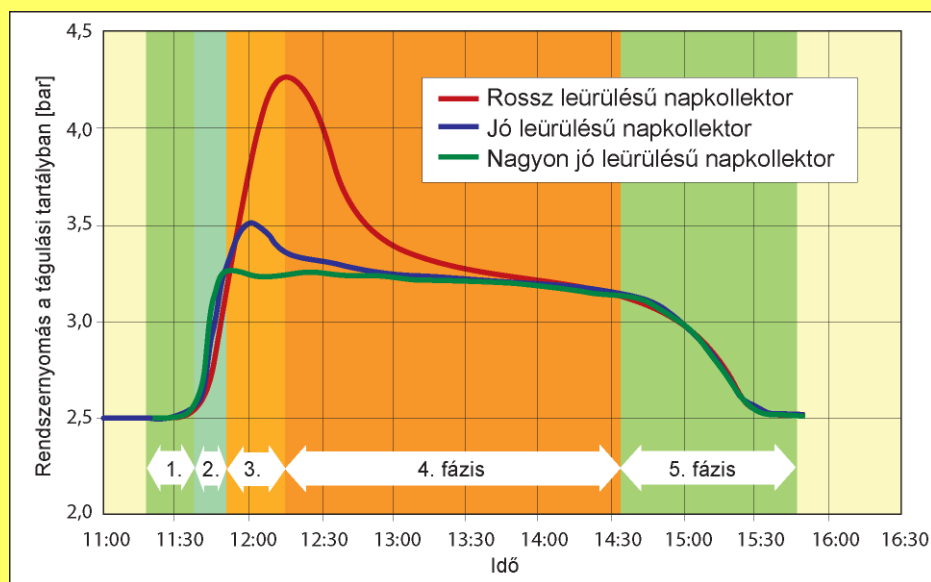
5. fázis: Kollektor lehülése és visszatöltődése

A napkollektorok visszahúlnak a forráspont alá, a gőz kondenzálódik.



Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

Pangási állapot fázisai



1. fázis: Folyadék kitágulása

A napkollektorok hőmérséklete emelkedik, a folyadék kitágul.

2. fázis: Gőzképződés indul a napkollektorokban

A napkollektorokban telített gőz képződik, ami nagy mennyiségű folyadékot nyom ki a tágulási tartályba. Ezért a nyomás hirtelen emelkedik. A nyomással a forráspont is emelkedik. Ez a fázis addig tart, míg folyamatos gőzcsatorna alakul ki a kollektorok ki- és belépő csőcsatlóinak között. A kollektorokban még marad folyadék.

3. fázis: Napkollektorok ürülése forrással

A napkollektorok maradt összes folyadék elgőzölög. A keletkező gőz eljut és energiát szállít a csővezetékek és a rendszer többi része felé. A gőz a csővezetékben kondenzálódik. Ebben a fázisban a nyomás eléri a maximális értékét.

4. fázis: Napkollektorokat túlhevített gőz tölti ki

A napkollektorok egyre szárazabbá válnak és a gőz túlhevül. Ennek következtében a gőztérfogat csökken, a kollektor folyadékot szívhat vissza, kisebb nyomáslökések keletkezhetnek.

5. fázis: Kollektor lehülése és visszatöltődése

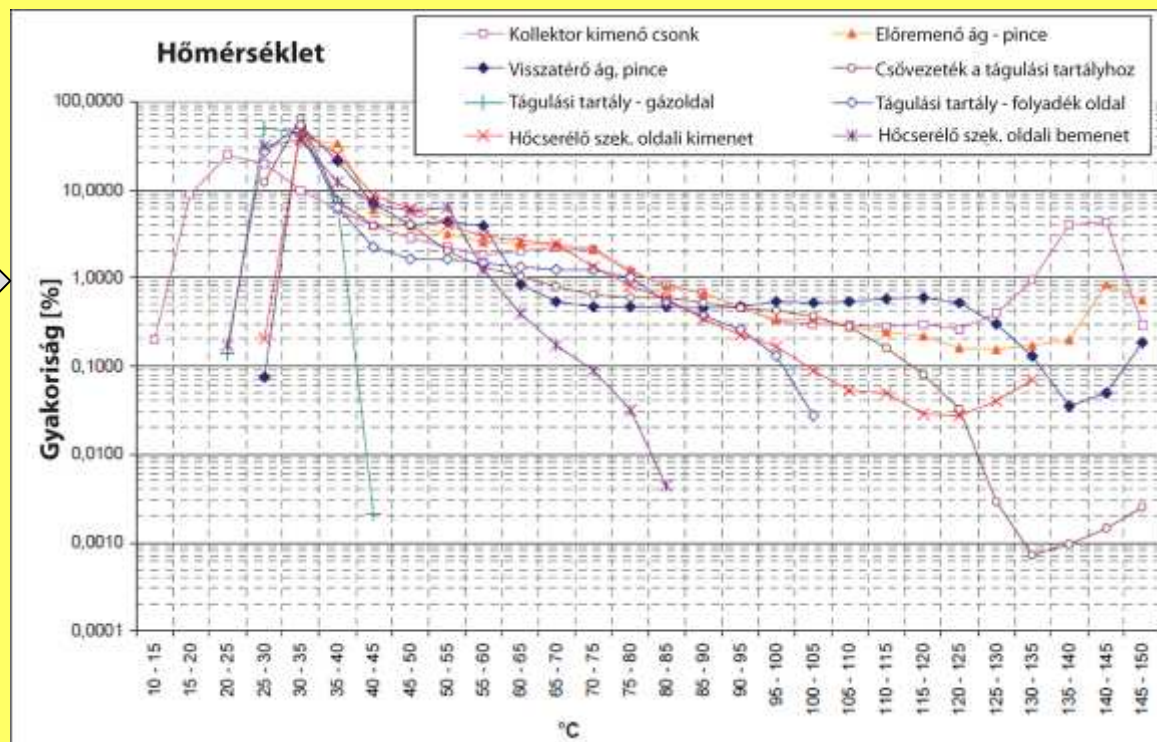
A napkollektorok visszahűlnek a forráspont alá, a gőz kondenzálódik.



Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

Hőmérséklet gyakoriságok a rendszer különböző pontjain
(Kombi rendszeren végzett öt hónapos mérés alapján)

1% = 36,7 óra →

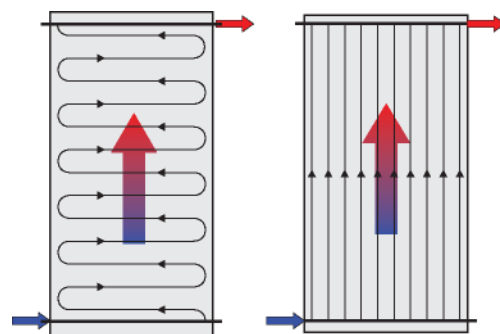


A vizsgálat lényegesebb megállapításai:

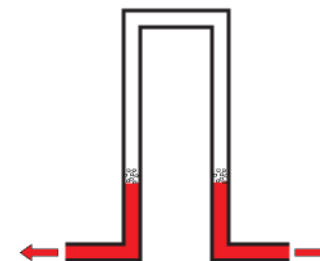
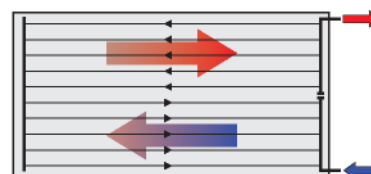
- Maximális hőmérsékletek: Abszorberlemez: 210°C, Kollektor kilépő csővezeték: 170°C, Kazánház: 150°C
- Gőzfejlődés gyakran történt, ami még a hőcserélő szekunder oldalára is hatással volt.
- A táglási tartály előtt a csővezeték 40 óráig volt 100°C felett, 150°C volt a maximum.
- A táglási tartályban a folyadék max. 105°C, a gáz max 45°C volt. (A membrán a vizsgálat alatt tönkre is ment.)



Napkollektorok leürülési képessége

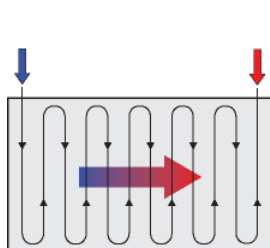


Normál hőmérsékletű üzemállapot

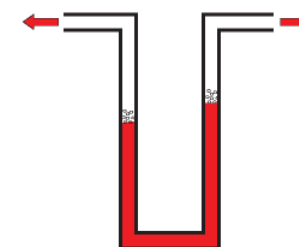
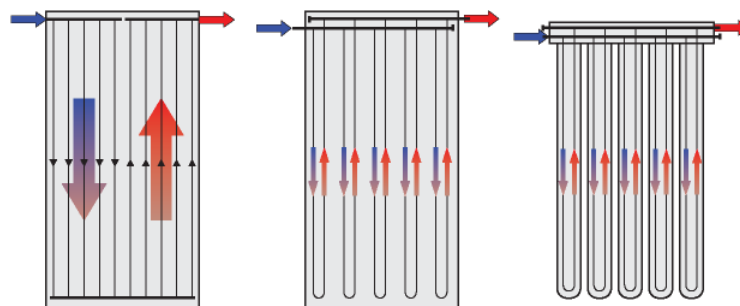


Pangási üzemállapot
gőzképződéssel

Jó ürülőképességű napkollektorok



Normál hőmérsékletű üzemállapot

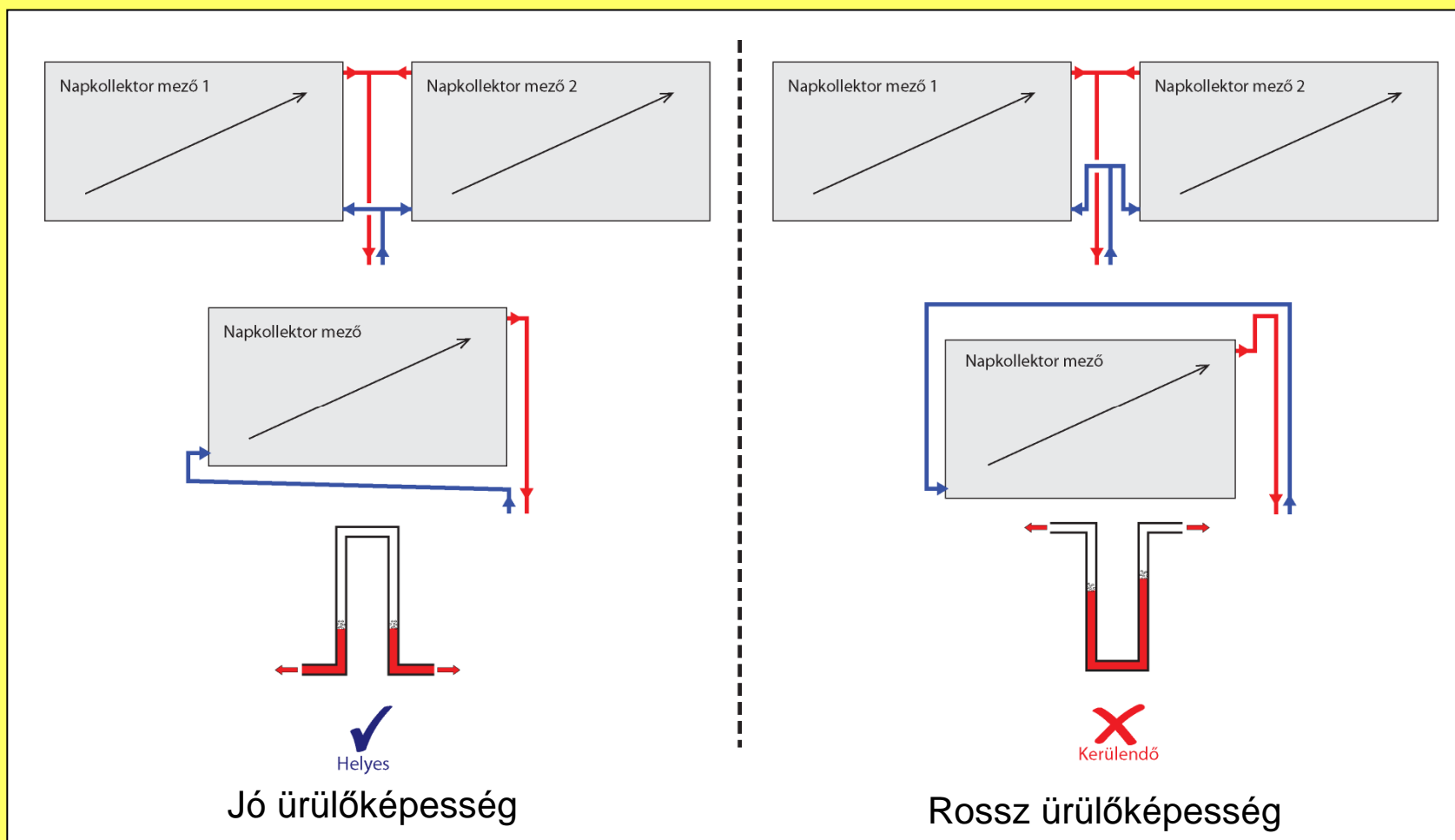


Pangási üzemállapot
gőzképződéssel

Rossz ürülőképességű napkollektorok



Napkollektor mezők leürülési képessége

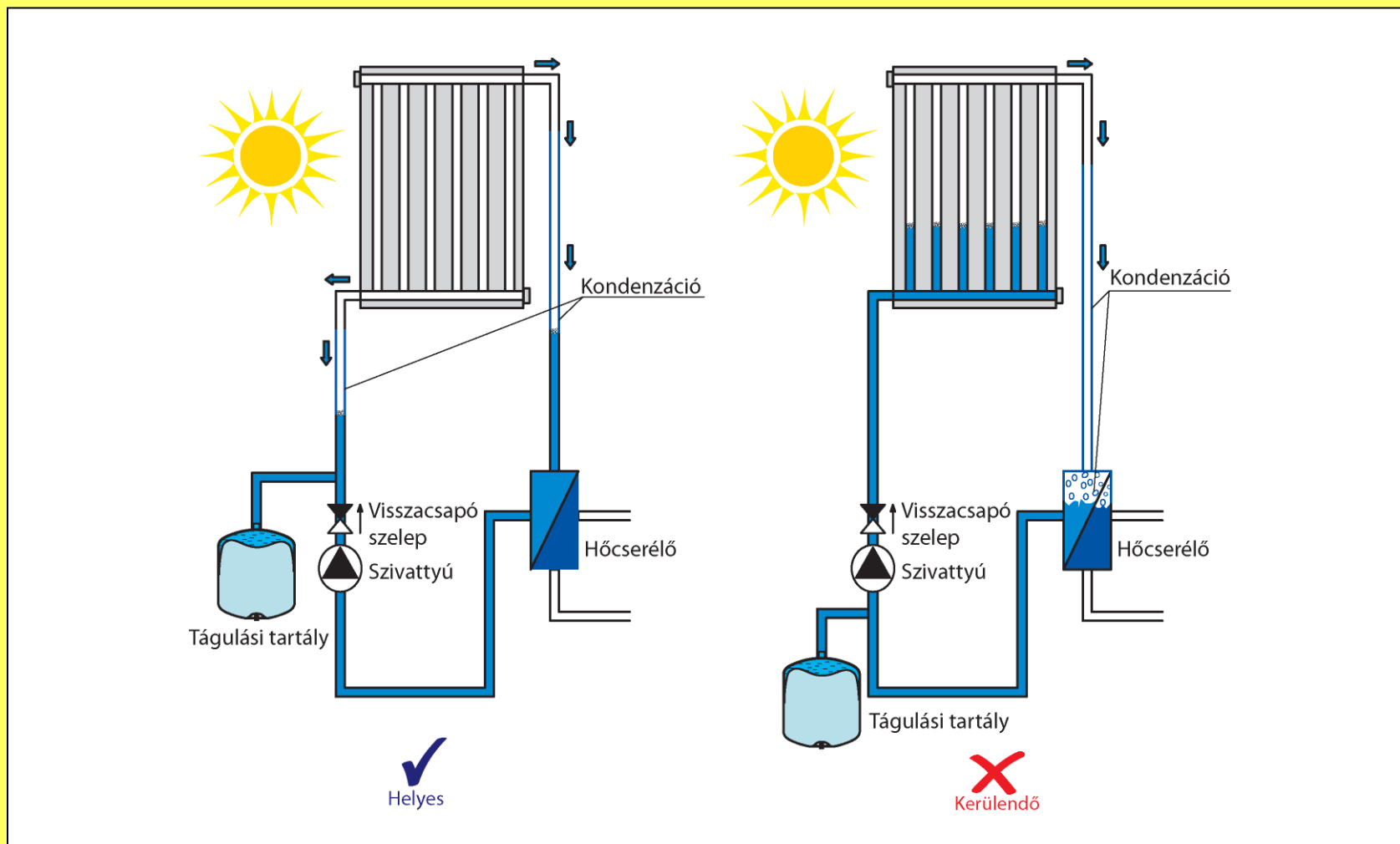




Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

Napkollektor kör leürülési képessége

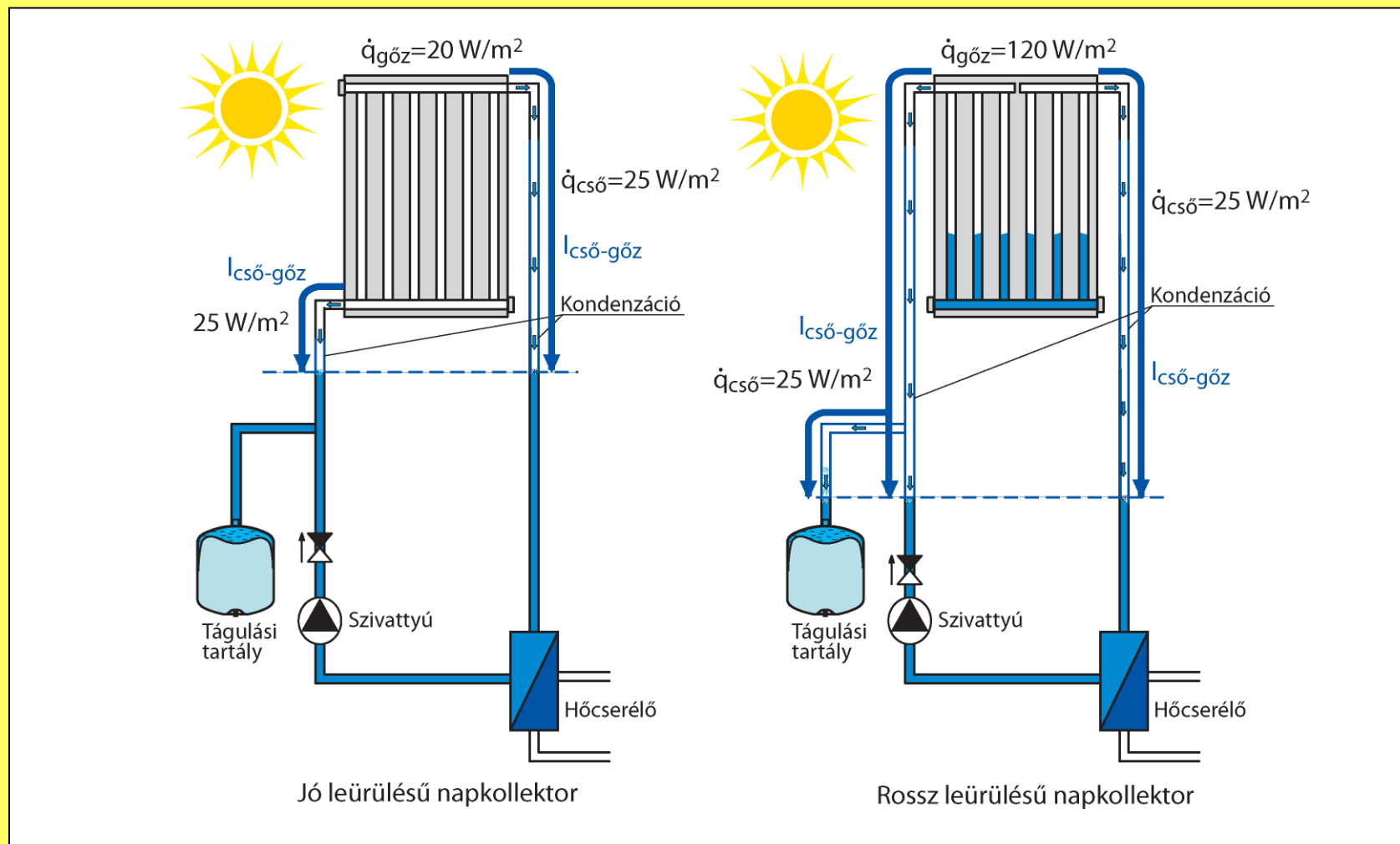




Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

Napkollektorok gőzteljesítménye



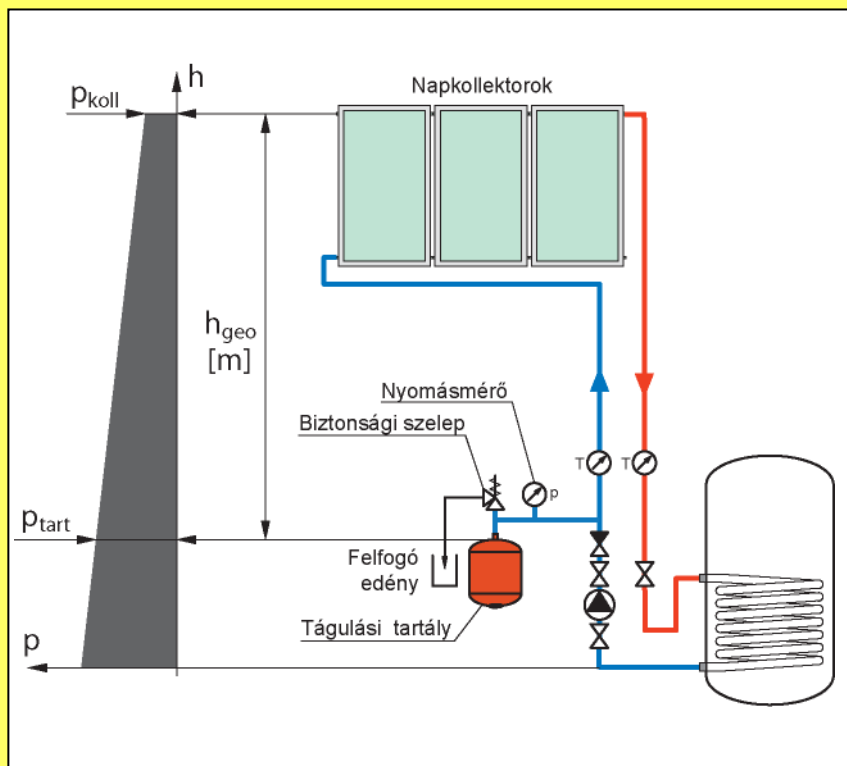


Tágulási tartály méretezése és beállítása

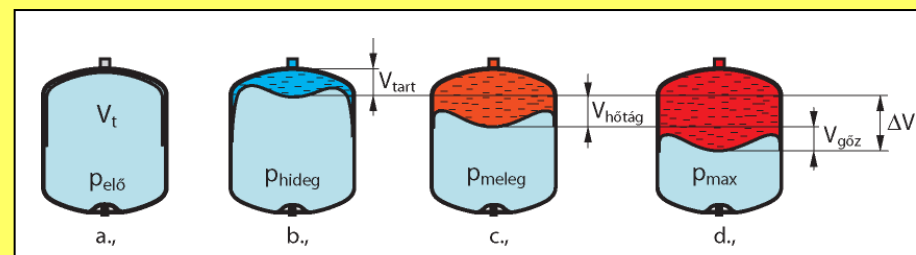
A tágulási tartály feladata:

Biztosítani a hőhordozó közeg térfogatváltozását úgy, hogy a rendszer nyomása maximális hőmérsékleten is csak kis mértékben változzon, ne haladja meg a biztonsági szelep nyitónyomását.

A folyadék hőtágulásán kívül a gőzképződést is figyelembe kell venni!



A tágulási tartály üzemállapotai:



Nyomásviszonyok:

20 m geometrikus magasság alatt:

$$p_{tart \min} = 3 \text{ bar (0,3 MPa)}$$

20 m geometrikus magasság felett:

$$p_{tart \min} = p_{geo} \text{ [m]} + 1 \text{ bar (0,1 MPa)}$$

$$p_{elő} = 0,9 \times p_{hideg}$$



Tágulási tartály méretezése és beállítása

1. Meghatározni a rendszer nyomásviszonyait:

$$p_{elő} = 0,9 \times p_{hideg}, \quad p_{max} = p_{bizt nyit} - 0,5 \text{ [bar]}$$

2. Kiszámolni a teljes rendszer térfogatát, $V_{rendszer}$

3. Megállapítani a tágulási térfogatot:

$$\Delta V = V_{rendszer} \cdot \Delta V_{rel} + 1,1 \cdot V_{koll} + V_{cső gőz}$$
$$\Delta V_{rel} = 0,09-0,1$$

4. Kiszámolni a tágulási tartály méretét:

$$V_t = \frac{p_{max}}{0,9 \cdot p_{max} - p_{elő}} \Delta V$$

A nyomás értékeket abszolút nyomásban kell behelyettesíteni!



Rosszul ürülő rendszereknél alkalmazható védelmi megoldások

- Tároló éjszakai visszahűtése a napkollektorokon keresztül, a napkollektor körüli szivattyú járatásával.
- (Tároló visszahűtése hidegvízzel, a melegvíz kiengedésével)
- Napkollektor körüli visszahűtése termoventillátorral, vagy egyéb hűtőfelülettel, a napkollektor körüli szivattyú járatásával.
- Kollektorkör visszahűtése külső hőcserélővel, a szekunder oldali szivattyú járatásával.
- Szabadtéri medence fűtése (csak a megengedett vízhőmérsékletig)

A fenti megoldások segédenergiát (villamos áramot) igényelnek

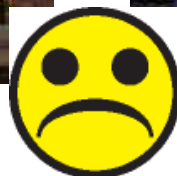


Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS

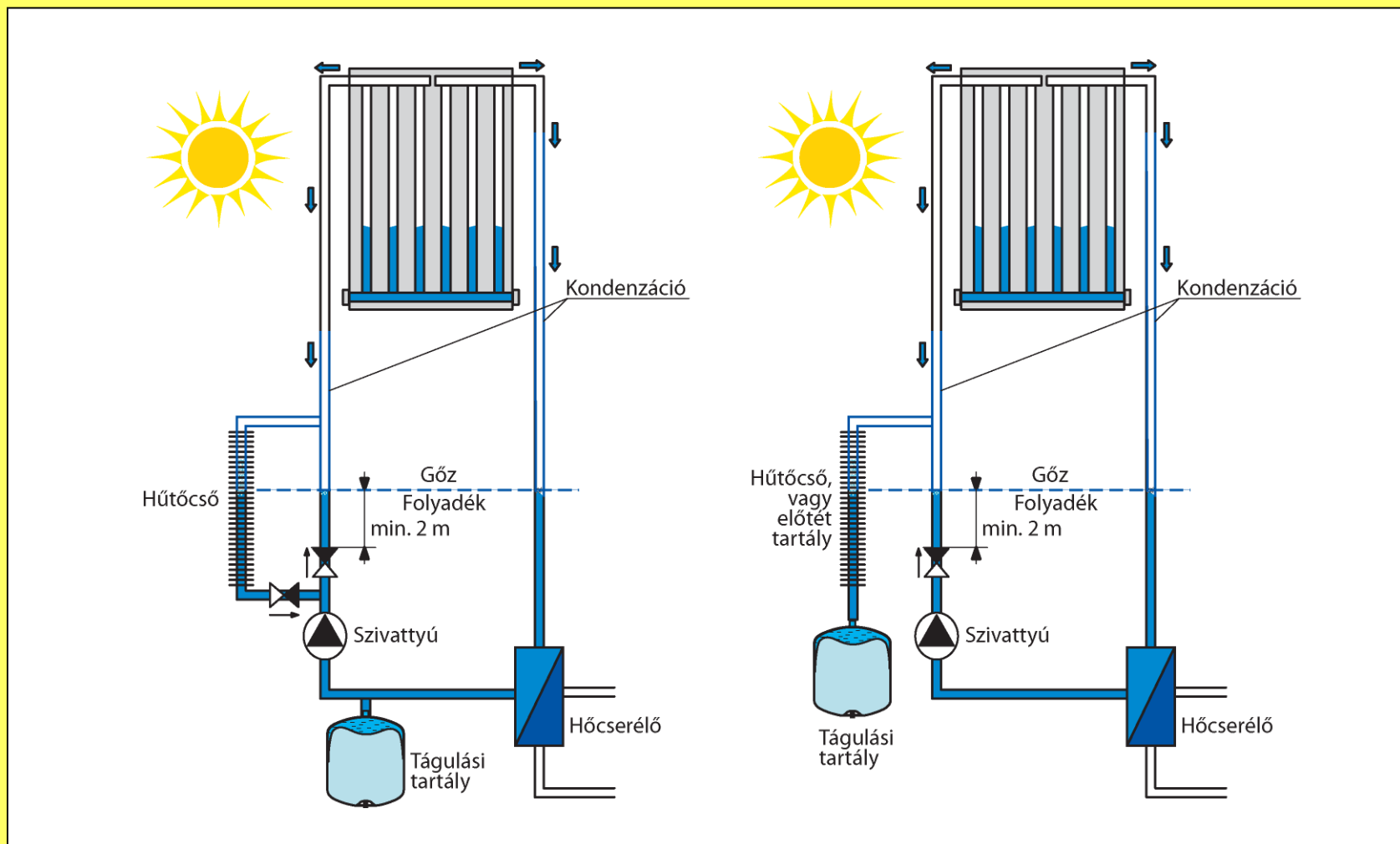
Rosszul ürülő rendszereknél alkalmazható védelmi megoldások

Napkollektorok letakarása, árnyékolása





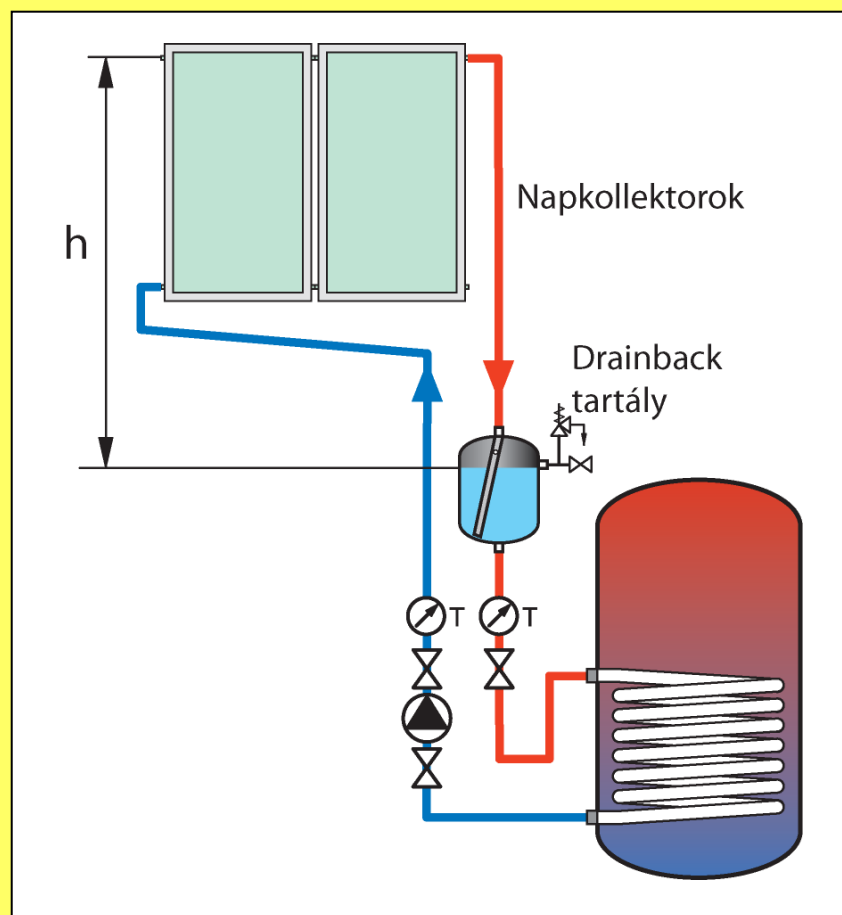
Segédenergia nélküli védelmi megoldások





Segédenergia nélküli védelmi megoldások

Drainback (visszaürülős rendszer)





Fagyálló folyadékok viselkedése pangási állapotban

- **Jól ürülő rendszer esetén:** a rendszer forráspontja 130...155 °C. Ez csak rövid ideig tart, mivel a képződött gőz kiszorítja a folyadék nagy részét a napkollektorokból, a folyadéknak csak egy kis része melegszik fel. Így nincs jelentős hőterhelése az általában alkalmazott glikolnak folyadéknak.
- **Rosszul ürülő rendszerek esetén:** a fagyálló folyadék hosszú ideig van forráspont közeli hőmérsékleten, melynek hatására a folyadékból a víz egy része elpárolog míg a glikol nem. Ennek hatására növekszik a folyadék glikol koncentrációja, így növekszik a forráspontja is. Ez a körfolyamat addig tart míg az összesűrűsödött maradék folyadék már nem párolog el. A tiszta glikol forráspontja a jellemzően alkalmazott nyomásokon 210 °C.
- Magas hőmérséklet hatására a fagyálló folyadékban a glikol instabillá válik, abból összetevők, adalékok válhatnak ki, pelyhesedés következhet be. Végül a glikol sűrű massa formájában lerakódhat a csövek falán, ezzel keresztmetszet szűkülést, dugulást okozva.

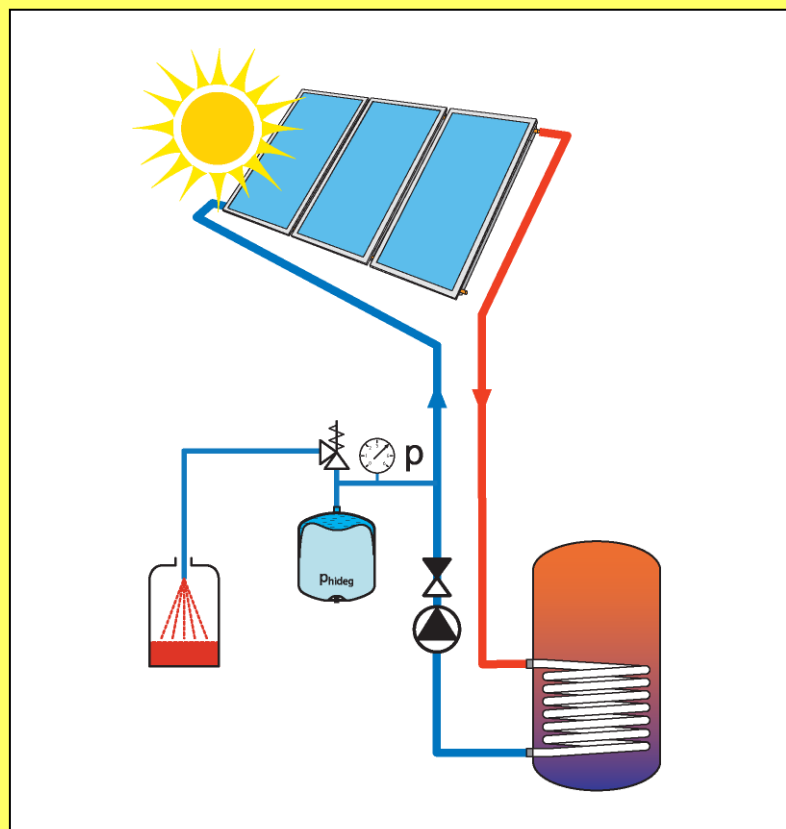


Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS



A biztonsági szelep lefúvató ágát mindig vezessük
be egy felfogó edénybe



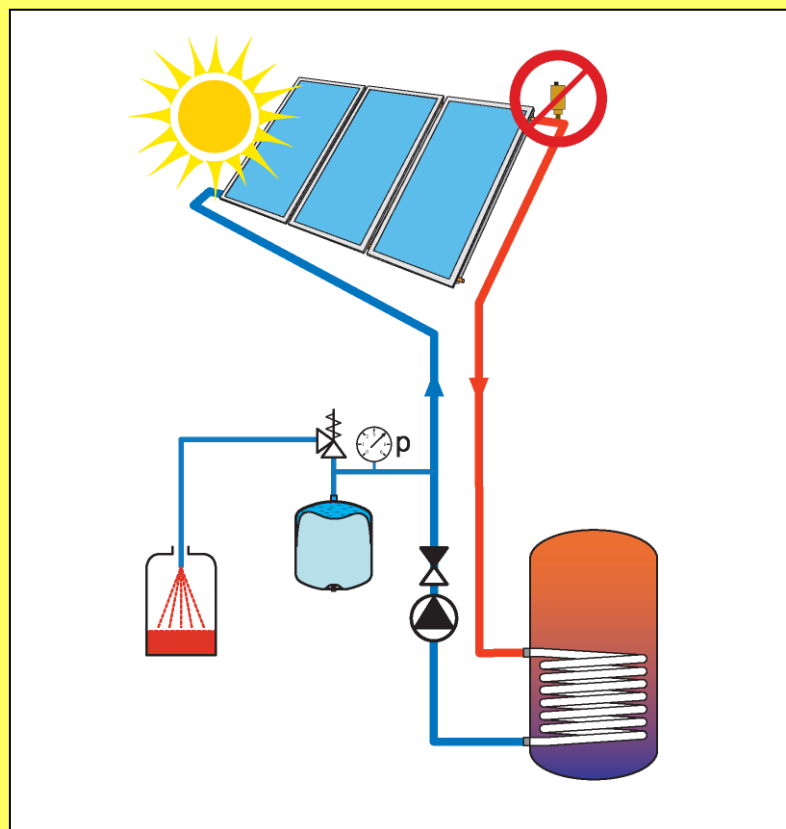


Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS



Soha ne építsünk be automata légtelenítőt a napkollektor mező magas pontjára!



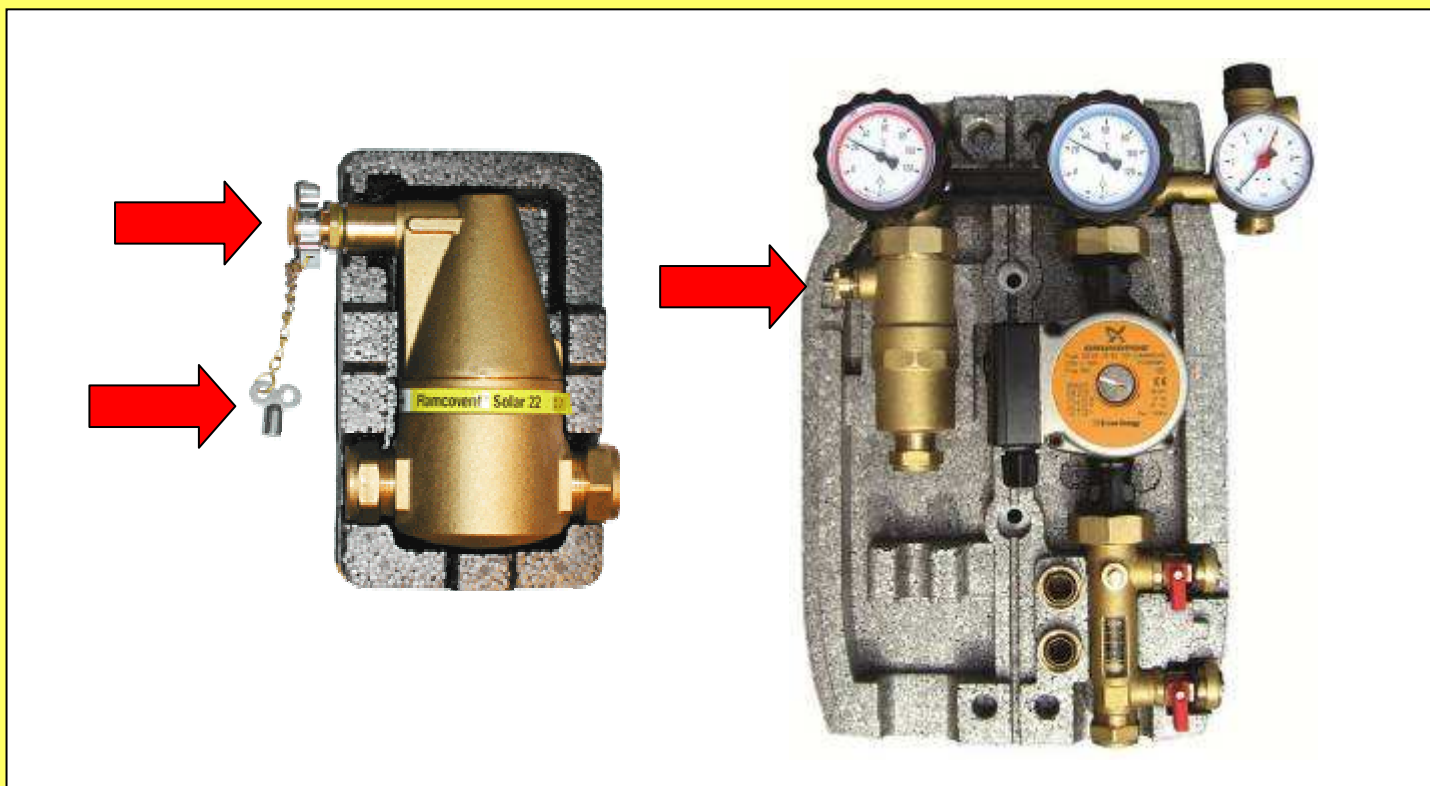


Napkollektoros rendszerek üresjáratú túlmelegedésének kezelése

IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS



A napkollektor körben ne legyen automata légtelenítő nyitott állapotban. Csak olyan légtelenítőt alkalmazzunk, ami elzárható.





**IV. NAPENERGIA-HASZNOSÍTÁS
AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN
KONFERENCIA ÉS KIÁLLÍTÁS**

2013. november 26., Budapest

Szervező: Magyar Épületgépészek Napenergia Egyesülete

Magyar Épületgépészek Szövetsége

Köszönöm a figyelmet!

Lendvay Gábor
tervező
Naplopó Kft.