

2006

Tepelné solární soustavy a součásti -
Solární kolektory -
Část 2: Zkušební metody

ČSN
EN 12975-2

73 0301

Thermal solar systems and components - Solar collectors - Part 2: Test methods

Installations solaires thermiques et leurs composants - Captures solaires - Partie 2: Méthodes d'essais

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile - Kollektoren - Teil 2: Prüfverhalten

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 12975-2:2006. Překlad byl zajištěn Českým normalizačním institutem. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the European Standard EN 12975-2:2006. It was translated by Czech Standards Institute. It has the same status as the official version.

Nahrazení předchozích norem

Touto normou se nahrazuje ČSN EN 12975-2 (73 3001) z dubna 2003.



© Český normalizační institut, 2006

77290

Podle zákona č. 22/1997 Sb. smějí být české technické normy rozmnožovány a rozšiřovány jen se souhlasem Českého normalizačního institutu.

Změny proti předchozím normám v této normě oproti normě původní.

V této normě byly proti původnímu vydání zpřesněny postupy zkoušek solárních kolektorů proti pronikání deště a byly zvýšeny limity povolené propustnosti vody, bylo doplněno hodnocení nejistot výsledků měření tepelných výkonů a účinností kolektorů, byly zjednodušeny protokoly výsledků některých zkoušek a bylo vypuštěno porovnání norem EN 12975 a ISO 9806. Byla doplněna obsáhlejší bibliografie. Tyto změny též přispěly k tiskovému zkrácení normy.

Informace o citovaných normativních dokumentech

EN 1991 nezavedena, po schválení tohoto návrhu bude převzata příslušná EN

EN 12975-1:2006 zavedena v ČSN EN 12975-1 (73 0301) Tepelné solární soustavy a součásti - Solární kolektory - Část 1: Všeobecné požadavky

EN ISO 9488 zavedena v ČSN EN ISO 9488 (73 0301) Solární energie - Slovník

ISO 9060 nezavedena

Upozornění na národní poznámky

Do normy byla k článku 5.10.2.3 a k obrázku 10 doplněna informativní národní poznámka.

Vypracování normy

Zpracovatel: Doc. Ing. Karel, Brož, CSc., IČ 14964040

Technická normalizační komise: TNK 43 Stavební tepelná technika

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Miloslava Syrová

Strana 3

EVROPSKÁ NORMA EUROPEAN STANDARD NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM	EN 12975-2 Březen 2006
---	-------------------------------

ICS 27.160
2:2001

Nahrazuje EN 12975-

Tepelné solární soustavy a součásti - Solární kolektory -
Část 2: Zkušební metody
Thermal solar systems and components - Solar collectors -
Part 2: Test methods

Installations solaires thermiques et leurs
composants - Capteur solaires -
Partie 2: Méthodes d'essais

Thermische Solaranlagen und ihre Bauteile -
Kollektoren -
Teil 2: Prüfverfahren

Tato evropská norma byla schválena CEN 2006-02-06.

Členové CEN jsou povinni splnit Vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za

kterých se musí této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací dát status národní normy. Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru nebo u kteréhokoliv člena CEN.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CEN do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Řídicímu centru, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CEN jsou národní normalizační orgány Belgie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédsko a Švýcarsko.

CEN

Evropský výbor pro normalizaci

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Europäisches Komitee für Normung

Řídicí centrum: rue de Stassart 36, B-1050 Brusel

© 2006 CEN Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmikoli prostředky

Ref. č. EN 12975-2:2006 E

jsou celosvětově vyhrazena národním členům CEN.

Strana 4

Předmluva

Tato evropská norma byla vypracována Technickou komisí CEN/TC 312 „Tepelné solární systémy a součásti“, jejíž sekretariát zajišťuje ELOT.

Této evropské normě je nutno nejpozději do září 2006 dát status národní normy, a to buď vydáním identického textu nebo schválením k přímému používání, a národní normy, které jsou s touto evropskou normou v rozporu, je nutno zrušit nejpozději do září 2006.

Tato evropská norma nahrazuje EN 12975-2:2001.

Podle Vnitřních předpisů CEN/CENELEC jsou tuto evropskou normu povinny zavést národní normalizační organizace následujících zemí: Belgie, České republiky, Dánska, Estonsko, Finsko, Francie, Irsko, Island, Itálie, Kypr, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Německo, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Spojené království, Španělsko, Švédsko a Švýcarsko.

Strana 5

Obsah

Úvod

.....	9
1 Předmět normy 10	
2 Citované normativní dokumenty 10	
3 Termíny a definice 10	
4 Značky a jednotky 10	
5 Zkoušky spolehlivosti kapalinových tepelných kolektorů..... 12	
5.1 Všeobecně 12	
5.2 Zkoušky absorbérů na vnitřní přetlak..... 13	
5.2.1 Neorganické absorbéry 13	
5.2.2 Absorbéry vyrobené z organických materiálů (plastů nebo elastomerů)..... 14	
5.3 Zkouška odolnosti proti vysokým teplotám..... 15	
5.3.1 Předmět 15	
5.3.2 Zařízení a	

postup	
.....	
.....	15
5.3.3	Zkušební
podmínky	
.....	
.....	16
5.3.4	Výsledky
.....	
.....	16
5.4	Zkouška vystavení vnějším
vlivům.....	
16	
5.4.1	Předmět
.....	
.....	16
5.4.2	Zařízení a
postup	
.....	
.....	16
5.4.3	Zkušební
podmínky	
.....	
.....	16
5.4.4	Výsledky
.....	
.....	17
5.5	Zkouška odolnosti proti vnějšímu tepelnému
rázu.....	
	17
5.5.1	Předmět
.....	
.....	17
5.5.2	Zařízení a
postup	
.....	
.....	17
5.5.3	Zkušební
podmínky	

.....	
.....	17

5.5.4

Výsledky

.....	
.....	18

5.6

Zkouška odolnosti proti vnitřnímu tepelnému rázu..... 18

5.6.1

Předmět

.....	
.....	18

5.6.2

Zařízení a postup

.....	
.....	18

5.6.3

Zkušební podmínky

.....	
.....	18

5.6.4

Výsledky

.....	
.....	18

5.7

Zkouška proti průniku deště

.....	
19	

5.7.1

Předmět

.....	
.....	19

5.7.2

Zařízení a postup

.....	
.....	19

5.7.3

Zkušební podmínky

.....	
.....	19

5.7.4

Výsledky

.....	20
5.8 Zkouška odolnosti mrazu	
..	20
5.8.1 Předmět	
.....	20
5.8.2 Zařízení a postup	
.....	20
5.8.3 Zkušební podmínky	
.....	20
5.8.4 Výsledky	
.....	20
5.9 Zkouška odolnosti proti mechanickému zatížení.....	21

5.9.1 Zkouška krytu kolektoru kladným tlakem (tlakem na kryt zvenčí směrem dovnitř).....	21
5.9.2 Zkouška kolektoru záporným tlakem (tlakem na kryt zevnitř směrem ven).....	21
5.10 Zkouška odolnosti proti nárazu (nepovinná).....	22
5.10.1 Předmět	
.....	22
5.10.2 Zařízení a postup	

.....	22
5.10.3 Zkušební podmínky	23
5.10.4 Výsledky	24
5.11 Konečná kontrola	24
5.12 Protokol o zkoušce	24
6 Zkouška tepelného výkonu kapalinových tepelných kolektorů	24
6.1 Zasklené solární kolektory za ustálených podmínek (včetně tlakové ztráty)	24
6.1.1 Montáž a umístění kolektoru	24
6.1.2 Přístrojové vybavení	25
6.1.3 Uspořádání zkušebního zařízení	29
6.1.4 Venkovní zkouška účinnosti za ustáleného stavu	32
6.1.5 Zkouška účinnosti za ustáleného stavu se simulátorem solárního ozáření	35
6.1.6 Stanovení účinné tepelné kapacity a časové konstanty kolektoru	37
6.1.7 Modifikátor úhlu dopadu na	

kolektor.....	39
6.1.8 Určení tlakové ztráty kolektoru.....	42
6.2 Nezasklené solární kolektory za ustálených podmínek (včetně tlakové ztráty).....	42
6.2.1 Všeobecně.....	42
6.2.2 Vybavení přístroji.....	43
6.2.3 Zkušební zařízení.....	44
6.2.4 Zkouška účinnosti ve vnějším prostředí za ustáleného stavu.....	44
6.2.5 Zkouška účinnosti za ustáleného stavu s použitím solárního simulátoru.....	47
6.2.6 Určení účinné tepelné kapacity a časové konstanty kolektoru.....	48
6.2.7 Modifikátor úhlu dopadu (nepovinný).....	49
6.2.8 Určení tlakové ztráty kolektoru.....	50
6.3 Zasklené a nezasklené kolektory při kvazi-dynamických podmínkách.....	50
6.3.1 Montáž a umístění kolektoru.....	50
6.3.2 Přístrojové vybavení.....	

.....	51
6.3.3 Zkušební zařízení	
.....	
.....	52
6.3.4 Zkouška účinnosti ve vnějším prostředí.....	52
6.3.5 Stanovení účinné tepelné kapacity.....	
58	
6.3.6 Modifikátor úhlu dopadu	
.....	
....	59
Příloha A (normativní) Schémata pro zkoušku trvanlivosti a spolehlivosti.....	67
Příloha B (normativní) Formuláře zkoušky trvanlivosti a spolehlivosti.....	67
B.1 Zápis postupu zkoušky a souhrn hlavních výsledků.....	68
B.2 Zkouška vnitřním tlakem pro kovový absorbér.....	68
B.2.1 Technické detaily kolektoru	
.....	
68	
B.2.2 Zkušební podmínky	
.....	
.....	68
B.2.3 Výsledky zkoušky	
.....	
.....	68

materiálů.....	69
B.3.1 Technické detaily kolektoru.....	69
B.3.2 Zkušební podmínky.....	69
B.3.3 Výsledky zkoušky.....	69
B.4 Zkouška odolnosti proti vysokým teplotám.....	71
B.4.1 Metoda použitá pro zahřátí kolektoru.....	71
B.4.2 Zkušební podmínky.....	71
B.4.3 Výsledky zkoušky.....	71
B.5 Vystavení vnějším vlivům.....	72
B.5.1 Zkušební podmínky.....	72
B.5.2 Výsledky zkoušky.....	72
B.5.3 Klimatické podmínky pro všechny dny trvání zkoušky.....	73

B.5.4	Časová období, ve kterých ozáření a okolní teplota měly vyšší hodnoty než uvedené v tabulce 4.....	74
B.5.5	Výsledky kontroly	75
B.6	Zkouška vnějším tepelným rázem:.....	76
B.6.1	Zkušební podmínky	76
B.6.2	Výsledky zkoušky	76
B.7	Zkouška vnitřním tepelným rázem:.....	77
B.7.1	Zkušební podmínky	77
B.7.2	Výsledky zkoušky	77
B.8	Zkouška odolnosti proti pronikání deště.....	78
B.8.1	Zkušební podmínky	78
B.8.2	Výsledky zkoušky	78
B.9	Zkouška odolnosti proti mrazu	

.....	79
B.9.1 Typ kolektoru:	
.....	
.....	79
B.9.2 Zkušební podmínky	
.....	
.....	79
B.9.3 Výsledky zkoušky	
.....	
.....	79
B.10 Zkouška mechanickým zatížením	
.....	80
B.10.1 Zkouška krytu kolektoru kladným tlakem (zatížením krytu kolektoru zvenčí směrem dovnitř).....	80
B.11 Zkouška odolnosti proti nárazu s použitím ocelových kuliček.....	82
B.12 Zkouška odolnosti proti nárazu s použitím ledových kuliček.....	82
B.13 Výsledky konečné kontroly	
.....	
82	
Příloha C (normativní) Klidová teplota kapalinových kolektorů.....	85
C.1 Všeobecně	
.....	
.....	85
C.2 Stanovení klidové teploty	
.....	
... 85	
Příloha D (normativní) Protokol o zkoušce výkonu zasklených kolektorů slunečního záření při ustálených podmínkách	
.....	

D.1

Všeobecně

.....
..... 86**D.2**

Popis kolektoru slunečního

záření.....
86**D.3**

Výsledky

zkoušky:

.....
..... 90**Příloha E** (normativní) Protokol o zkoušce výkonu nezasklených solárních kolektorů..... 90**E.1**

Všeobecně

.....
..... 90**E.2**

Popis solárního

kolektoru

.....
. 90**E.3**

Výsledky

zkoušky:

.....
..... 91**Příloha F** (normativní) Určení součinitelů c_1 až c_6 pro model kolektoru podle 6.3..... 94**Příloha G** (normativní) Měření účinné tepelné

kapacity..... 95

G.1

Uspořádání

zkoušky

.....
..... 95**G.2**

Postup vnitřní

zkoušky

.....	95
G.3 Postup zkoušky ve vnějším prostředí nebo pro simulátor solárního ozáření.....	96
Příloha H (informativní) Porovnání modelu kolektoru z 6.1 a modelu kolektoru z 6.3.....	97
Příloha I (informativní) Vlastnosti vody (viz DIN V 4757-4:1995-11)).....	98
I.1 Hustota vody (při tlaku 1 bar) v kg/m^3	98
I.2 Měrná tepelná kapacita vody (při tlaku 1 bar) v $\text{kJ}/(\text{kgK})$	98
Příloha J (informativní) Souhrn výsledků zkoušky výkonu kvazi-dynamickou zkušební metodou.....	99
Příloha K (informativní) Všeobecná pravidla pro hodnocení nejistoty při zkoušce účinnost solárního kolektoru....	101
K.1 Úvod.....	101
K.2 Naměřené nejistoty při zkoušce účinnosti solárního kolektoru.....	101
K.3 Metoda a nejistoty výsledků zkoušky účinnosti.....	102
Příloha L (normativní) Stanovení tlakové ztráty kolektoru.....	104
L.1 Všeobecně.....	104
L.2 Zkušební zařízení.....	104
L.3 Příprava kolektoru.....	104

L.4	Zkušební postup	104
L.5	Měření	105
L.6	Tlaková ztráta způsobená tvarovkami	105
L.7	Zkušební podmínky	105
L.8	Výpočet a vykazování výsledků	105
	Bibliografie	106

Úvod

Tato norma stanovuje zkušební metody pro určení schopnosti solárních tepelných kapalinových kolektorů odolávat vlivu degradujících účinků. Definuje postupy pro zkoušení kolektorů za dobře definovaných a opakovatelných podmínek.

Tato norma také poskytuje zkušební metody a výpočtové postupy pro určení ustáleného nebo kvazi-ustáleného tepelného výkonu zasklených solárních kapalinových tepelných kolektorů. Obsahuje metody pro provádění zkoušek ve vnějším prostředí při přirozeném solárním záření a přirozeném a simulovaném větru a pro provádění zkoušek ve vnitřním prostředí při simulovaném solárním záření a větru.

Tato norma také poskytuje metody pro stanovení tepelného výkonu nezasklených kapalinových tepelných solárních kolektorů. Nezasklené kolektory jsou ve většině případů používány pro ohřívání plaveckých bazénů nebo ostatních nízkoteplotních spotřebičů. Všeobecně se kolektory sestavují k sobě na místě a pásy absorbéru se spojují potrubím. Skutečné plochy absorbéru jsou většinou mezi deseti a sto metry čtverečními. Pro nezasklené absorbéry se zřídka používají prefabrikované moduly určité velikosti. Proto je třeba během zkoušky ověřit, že je použitý reálný průtok a rychlost proudění.

Tato norma také poskytuje zkušební metody a výpočtové postupy pro určení ustálených právě tak

jako celodenních tepelných výkonových parametrů pro kapalinové tepelné solární kolektory, za proměnlivých podmínek počasí. Obsahuje metody pro provádění zkoušek za celodenních podmínek při stálé vstupní teplotě a přirozeném solárním záření a přirozeném a/nebo simulovaném větru. Jsou brány v úvahu důležité účinky na celodenní výkon kolektoru jako je závislost na úhlu dopadu, rychlost větru, podíl difuzního záření na solárním ozáření, tepelné záření oblohy a tepelná kapacita. Závislost na průtoku není v této normě obsažena.

Některé z výhod navržených prodloužení současných ustálených zkušebních metod celodenního zkoušení jsou:

- Kratší a méně nákladná vnější zkouška, vhodná pro evropské klimatické podmínky.
- Stejnou metodou může být zkoušen mnohem širší rozsah kolektorů.
- Zároveň se získá mnohem úplnější charakteristika kolektoru.
- Model kolektoru je ještě přímo vhodný k podávaným základním zkušebním normám a v tomto rozšířeném přiblížení se použijí pouze opravné termíny.
- Všechny dodatky jsou založeny na dlouhodobě ověřené teorii kolektorů.
- Plná zpětná porovnatelnost na ustálený stav může být kdykoli dosažena vyhodnocením pouze toho období zkušebních dnů, které odpovídají požadavkům ustálené zkoušky.
- Stejně zkušební zařízení může být použito pro stálé zkoušení pouze s malými změnami, které také zlepšují přesnost ustáleného zkoušení.
- Běžně dostupný standardní PC software lze využít k vyhodnocení parametrů, například tabulkový procesor nebo pokrokovější statistické programy které mají násobnou lineární regresi (MLR) jako alternativu.

Strana 10

1 Předmět normy

Tato evropská norma určuje zkušební metody pro hodnocení odolnosti, spolehlivosti a bezpečnostní požadavky na kapalinové tepelné kolektory, jak je stanoveno v EN 12975-1. Tato norma také obsahuje tři zkušební metody pro charakteristiku tepelného výkonu kapalinových tepelných kolektorů.

Norma není použitelná pro kolektory, ve kterých je zásobník tepla vestavěnou součástí kolektoru v takovém rozsahu, že proces jímání nelze oddělit od procesu akumulace pro účely měření těchto dvou procesů.

Norma není zásadně použitelná pro natáčivé soustředující kolektory, avšak zkoušky tepelného výkonu dané v 6.3 (quasi - dynamická zkouška) je také použitelná pro většinu konstrukcí soustředujících kolektorů, od stabilních nezobrazujících soustředujících, jako jsou typy CPC až po vysoce soustředující natáčivé konstrukce. Součásti pro měření solárního záření musí být upevněny ke skříni natáčivého kolektoru a pro měření přímého záření se použije pyrheliometr.

Kolektory stavěné na zakázku (vestavěné například do střechy, které nemohou být sestaveny ze sériově vyráběných modulů a jsou montovány přímo na místě) nemohou být zkoušeny v jejich

skutečném tvaru na odolnost, spolehlivost a tepelný výkon podle této normy. Místo toho může být zkoušen model téže konstrukce, jako má hotový kolektor. Hrubá (obrysová) plocha zkušebního modulu musí být nejméně 2 m². Zkouška je platná jen pro větší kolektory než zkušební modul.

-- Vynechaný text --