

### KOLEKTORY

Často používaným doplňkem větracích systémů s rekuperčními nebo regeneračními výměníky jsou takzvané zemní kolektory. Kolektor tvoří potrubní systém uložený do zeminy v nezamrzné hloubce, kde je celoročně stálá teplota. Tento zdroj tepla lze použít k předehřevu čerstvého vzduchu pro větrání domu. Potrubím se vede buď přímo větrací vzduch, který se cestou ohřívá (vzduchový zemní kolektor) nebo voda, která předává teplo přiváděnému vzduchu ve vodním registru (vodní zemní kolektor).

### VZDUCHOVÝ ZEMNÍ KOLEKTOR

Jedná se o speciální potrubí, které se pokládá do zeminy v hloubce cca 2 metry, kde je v průběhu celého roku relativně stálá teplota (ležící v pásmu kladných hodnot okolo +8 až +10°C). Přiváděný čerstvý vzduch se vede potrubím zemního kolektoru a během průchodu vzduchu dochází v závislosti na rychlosti a druhu proudění k výměně tepla mezi vzduchem a zeminou, v níž je potrubí uloženo. V zimním období je proudící vzduch od okolní zeminy ohříván, v letním období naopak ochlazován.

### Provedení kolektoru

Jednotlivými výrobci potrubí jsou nabízeny různé výrobky. Většina z nich se nehodí pro použití na pokládku zemních kolektorů, protože nespĺňují některé z požadavků, které jsou na tato zařízení kladena.

Mezi nejdůležitější požadavky patří:

- antimikrobiální úprava vnitřního povrchu
- maximální přestup tepla
- velká tvarová a podélná pevnost trubek
- odolnost pro tlakové proplachování
- těsnost a odolnost potrubí vůči vnějším vlivům (prorůstání kořeny, vlhkosti, spodní vodě)
- těsnost vůči radonu a plynům obecně

### Antimikrobiální úprava

Antimikrobiální úprava vnitřního povrchu potrubí je unikátní vlastnost materiálu potrubí, která je nabízena u speciálních výrobků dodávaných některými výrobci potrubí pro zemní kolektory. Na rozdíl od jiných vlastností potrubí, jako je koeficient tepelné vodivosti, který lze kompenzovat jiným způsobem, nelze tuto unikátní vlastnost nijak nahradit. Vzhledem k tomu, že v potrubí jsou optimální podmínky pro vývoj choroboplodných zárodků (stinné, vlhké prostředí s teplotou 16 až 25°C) je tato úprava z hlediska zdravotního prostředí v budovách nanejvýš žádoucí.

### Optimální přestup tepla

Koeficient tepelné vodivosti stěny potrubí má zásadní vliv na ekonomiku návrhu zemního kolektoru. Čím menší je tepelná vodivost materiálu potrubí, tím větší musí být délka vedení, pro zajištění požadovaného výkonu výměníku. S rostoucí délkou potrubí rostou investiční náklady výměníku, které jsou významně ovlivňovány cenou zemních prací.

Z uvedeného vyplývá, že pro pokládku zemního kolektoru jsou naprosto nevhodné trubky pro kanalizační systémy z polypropylénu s pěnovým jádrem. Konstrukce stěny trubky je tvořena vnitřní a vnější vrstvou, vyplněnou pěněním materiálem. Stěna má dobré tepelné izolační vlastnosti.

Nevhodné jsou i kanalizační plnostěnné trubky. Ty mohou být vyrobeny ze základní plastové suroviny bez příměsí nebo při výrobě doplněny minerálními plnivými. Tyto materiály mohou mít lepší tepelnou vodivost než materiály s pěnovým jádrem, ale ani ony nejsou vhodné pro použití v zemním výměníku.

Velmi nevhodné pro pokládku zemních kolektorů jsou kanalizační trubky, jejichž stěna je zesílena vnějším profilovaným pláštěm, který vytváří s vnitřní trubkou izolační vzduchové komory. Tepelné izolační vlastnosti tohoto potrubí jsou velmi dobré.

### Tvarová a podélná pevnost

Potrubí zemního kolektoru je nutno pokládat na stabilní a dobře ztuhlé lože (písek, štěrk). Zásyp se musí provést zeminou nebo nejlépe zeminou s velkým podílem jílu. Zásyp pískem nebo štěrkem dobře tepelně izoluje. Hutnění vazné zeminy není možné, časem vždy dojde k dalšímu sesednutí. V případě použití potrubí s malou tvarovou pevností dojde v důsledku deformačních sil způsobených sesednutím zeminy ke zploštění potrubí a k nebezpečí vzniku netěsnosti v oblasti spojů. Výměník pak nebude těsný vůči radonu a spodní vodě, která může výměník zcela uzavřít.

Podélná tuhost potrubí je výhodnou vlastností potrubí, protože při sesednutí okolní zeminy nedochází k velkému zvlnění potrubí a nemohou tak vznikat jezírka kondenzátu, která jsou živnou půdou pro vývin choroboplodných zárodků.

### Těsnost a odolnost systému

Systém zemního kolektoru musí být odolný proti vnějšímu mechanickému namáhání a těsný proti spodní vodě (prorůstání kořeny, vlhkost, spodní voda)

Těsnost zemního kolektoru systému vůči pronikání radonu je velmi důležitá. Radon je přírodní bezbarvý radioaktivní plyn bez zápachu, který se nachází všude v horninách a půdách. Vzniká z přirozeného procesu rozpadu prvků uranu a thoria. Radon proniká půdou, rozpouští se ve vodě a vystupuje na povrchu země do atmosféry.

### Návrh kolektoru

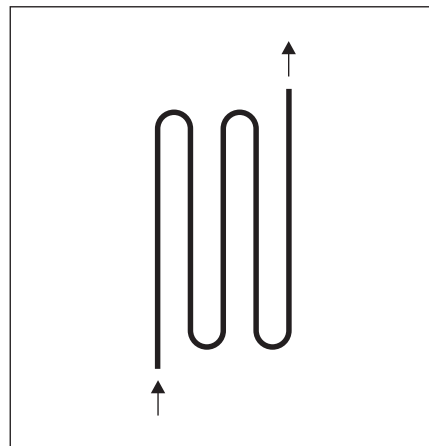
Návrh zemního kolektoru lze nejsnáze provést s pomocí výpočetního programu, který je poskytován výrobcem. Program zohledňuje všechny podstatné okolnosti pro návrh výměníku. Jedná se o klimatickou oblast, kde je výměník použit, dále jeho konstrukci, tzn. zda-li se jedná o pokládku meandrovou nebo složenou z paralelních větví, požadovanou výstupní teplotu apod. Program poskytne kompletní podklad pro pokládku kolektoru včetně údajů o energetických ziscích zařízení, vstupních a výstupních teplotách vzduchu z kolektoru atd.

Obecně je při návrhu zemního kolektoru podstatná volba materiálu z hlediska jeho parametrů, jako je přestup tepla, těsnost, tvarová stálost, vzduchotechnické parametry a pod. Důležitá je také ekonomická úvaha o návratnosti investice. Je nutno optimalizovat poměr mezi rychlostí proudícího vzduchu, délkou a tlakovou ztrátou potrubí, hodnotou prostupu tepla potrubí a investičními náklady celého systému.

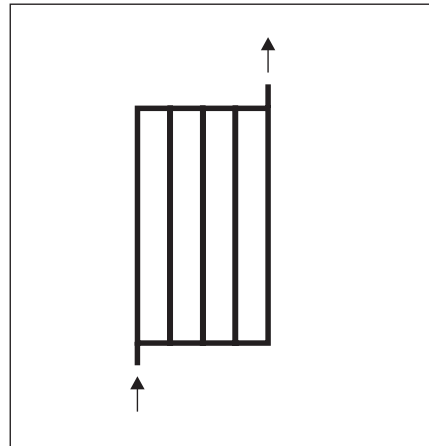
Praktickým doporučením pro návrh je, aby teplota na vstupu do zemního kolektoru byla nad bodem mrazu. Konstrukce výměníku se tím zjednoduší a odpadne nutnost zajištění rozmrazování. Toto doporučení lze však v praxi jen obtížně dodržet. Dalším praktickým doporučením z hlediska ekonomiky konstrukce výměníku je volba rychlosti proudění vzduchu ve výměníku. Pokud navržená rychlost leží v pásmu 0,8 až 1,5 m/s, dochází k relativně intenzivnímu přestupu tepla a zároveň je zajištěna nízká hlučnost při provozu. Intenzivní výměna nastává při volbě menšího průměru potrubí, tím zároveň roste tlaková ztráta a roste požadavek na externí tlak větracích jednotek. Při optimalizovaném návrhu zemního kolektoru lze však podle dosavadních praktických zkušeností zvýšit v zimě teplotu přiváděného čerstvého vzduchu až o 20 K a v létě snížit až o 12 K.

Potrubí lze podle místních poměrů navrhnout a uložit jako přímou nebo okružní trasu kolem objektu nebo v některých případech po doporučení projektanta stavební části dokonce pod objektem.

Další variantou je uložení meandrové, které má však poměrně značnou tlakovou ztrátu, rostoucí s každým obloukem.



Poslední běžně používanou variantou je vzduchový zemní kolektor složený z jednotlivých paralelních větví.



U tohoto provedení je nutno zemní kolektor navrhnout a provést tak, aby byl průtok vzduchu v jednotlivých paralelních větvích stejný.

## Vždy je nutno dodržovat následující doporučení:

- minimální délka kolektoru cca 30 m, maximální délka cca 45 m
- uložení v hloubce 2 m, minimálně však 30 cm pod zámrnou hloubkou
- nepoužívat oblouky 90° ale 2x45° nebo 3x30°
- minimální vzdálenost mezi trubkami 1,5 m
- minimální vzdálenost od okraje stavby a vodních potrubí 1 m
- zemní kolektor musí být trvale provětráván i v případě použití obtoku, aby se zabránilo vzniku zápachu v potrubí
- vedení kolektoru v budově musí být tepelně izolováno
- doporučená rychlost proudění v kolektoru je cca 0,8 až 1,5 m/s
- na vstupu do zemního kolektoru musí být osazen filtr
- zemní kolektor musí být vybaven inspekční šachtou

- spád zemního kolektoru pro zajištění odvodu kondenzátu cca 2 až 3%
- k likvidaci kondenzátu je nutno zemní kolektor opatřit sifonem nebo sběrnou kondenzační šachtou
- odvod kondenzátu musí být v nejnižším bodu kolektoru
- množství vzniklého kondenzátu v zemním kolektoru lze přibližně stanovit výpočtem (např. pomocí Mollierova diagramu)
- při provozu kolektoru s velkým tepelným ziskem je třeba počítat s časovými obdobími na tepelnou relaxaci zeminy

## ■ VODNÍ ZEMNÍ KOLEKTOR

Vodní kolektory se provádějí z hadic z odolného PE. Přenašečem tepla je směs vody s glykolem, komerčně doporučený typ nemrznoucí kapaliny je GERO Frost od dodavatele GEROtop spol. s.r.o. (viz webové stránky). Teplonosné medium obíhá v uzavřeném okruhu pomocí čerpadla s expanzní nádobou a ve speciálním vodním ohřivači, resp. chladiči (MKW kap. 7.1) předává teplo přiváděnému čerstvému vzduchu. V létě lze obdobným způsobem přiváděný vzduch ochlazovat.

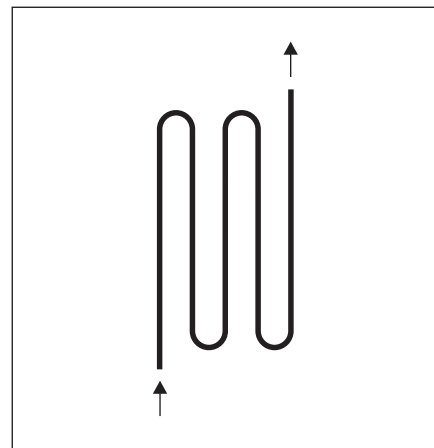
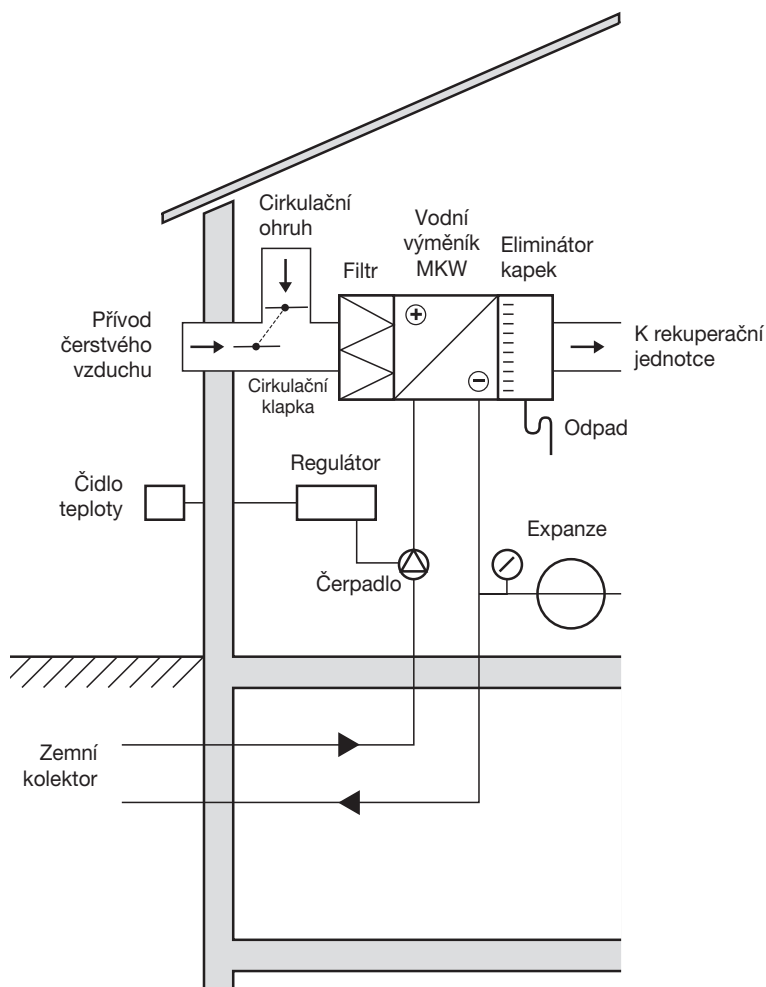
## Návrh kolektoru

Při volbě trasy kolektoru je třeba zohlednit stavební dispozici objektu, uložení podzemních instalací a způsob využití pozemku. Doporučená hloubka pro uložení hadice vodního kolektoru je od 1,5 do 2 m. V této hloubce se teplota pohybuje mezi cca 5 až 13°C (v závislosti na složení geologického podloží, ročním období atd.). Obvykle se používá tlaková hadice DN32 (nebo DN40) z polyethylenu. S ohledem na tlakovou ztrátu rozvodu se celková délka kolektoru volí do 150 m, přičemž se vytvoří dva stejně dlouhé paralelní okruhy. Hadice se ukládá do vrstvy písku, která hadici chrání proti poškození kameny. Někteří výrobci nabízejí i hadice odolné, které je možno ukládat do jakéhokoli podloží. Vzdálenost mezi hadicemi se doporučuje 0,5 m (někteří výrobci doporučují až 0,7 m).

## Další prvky systému

Kolektor je součástí uzavřeného systému, který tvoří dále výměník voda/vzduch, čerpadlo a bezpečnostní a regulační prvky. Systém pracuje optimálně při průtoku topného média asi 0,2 m<sup>3</sup>/h. Výměník voda vzduch je na sání vzduchu opatřen filtrem a vzhledem k tomu, že se využívá i jako chladič v letním období, musí mít kondenzační vanu s napojením na odpad s pachovou uzávěrkou a eliminátor kapek. V nejvyšším položeném bodě vodního potrubí je třeba instalovat odvzdušňovací ventil. Čerpadlo musí být vybaveno expanzní nádobou a regulátorem, který spouští čerpadlo podle venkovní teploty vzduchu.

Systém s vodním kolektorem



Smyčky vodního kolektoru se kladou s odstupem 0,5–0,7 m (podle doporučení výrobce), náviny jsou 100, 150 resp. 200 m. Zisk z 1 m<sup>2</sup> je podle údajů výrobců v závislosti na typu zeminy, hloubce a geologickém podloží v rozmezí 16–20 W/m<sup>2</sup>. Tím lze získat podle údajů výrobce chladicí výkon cca 1,2–2,3 kW z 1 m<sup>2</sup> plochy a 150 metrového náviny (pro průtoky 450 a 900 m<sup>3</sup>/h cirkulačního vzduchu).

3