



SYSTÉMOVÁ TECHNIKA RAUGEO PRO VYUŽITÍ ZEMNÍHO TEPLA

TECHNICKÁ INFORMACE 827600

	Strana		Strana
1 Možnosti použití	3	5.8.....Teplonosné médium.....	26
2 Vlastnosti PE-XA a PE 100	4	5.8.1Obecně	26
3 Popis programu	5	5.8.2Plnění sond na zemní teplo	26
3.1Přehled sond	5	5.9.....Zásyp stavební jámy event. rýhy pro potrubí	27
3.2Sonda RAUGEO PE-Xa.....	6	5.9.1Obecně	27
3.3Sonda RAUGEO PE 100	7	5.9.2Skládování ve venkovním prostoru	27
3.4RAUGEO collect PE-Xa.....	8	6 Zavedení do budovy	28
3.5RAUGEO collect PE-Xa plus	8	6.1Izolace.....	28
3.6RAUGEO collect PE 100	9	6.2Zavedení do domu	28
3.7Energetické piloty RAUGEO	10	7 Výpočet tlakové ztráty	29
4 Raugeo – program příslušenství	11	7.1Obecně	29
4.1RAUGEO – sondy a collect	11	7.2Návrh.....	29
4.2Příslušenství RAUGEO k energetickým pilotám	12	8 Potřebná povolení	30
4.3Příslušenství RAUGEO obecně.....	12	8.1Báňské právo.....	30
5 Návrh zařízení na využití zemního tepla	16	8.2Vodní právo	30
5.1Podklady pro využívání podpovrchového tepla.....	16	8.2.1Obecně	30
5.2Účinky na životní prostředí	16	8.2.2Vodoprávní řízení, realizace	30
5.3Výběr sondy, plochého kolektoru nebo energetické piloty....	16	8.2.3Tepelná čerpadla s kolektory na zemní teplo	30
5.4Návrh a pokládání kolektorů zemního tepla	17	8.2.4Tepelná čerpadla se sondami na zemní teplo/ener. pilotami .	30
5.5Návrh a osazení sond na zemní teplo	20	8.2.5Příslušné normy, směrnice, předpisy atd.....	30
5.6Návrh a osazení energetických pilot	23		
5.7Montáž rozdělovače	25		
5.7.1Poloha rozdělovače	25		
5.7.2Stanoviště rozdělovače	25		
5.7.3Připojení rozdělovače	25		
5.7.4Rozdělovač pro sondy na zemní teplo	25		
5.7.5Trubní přípojka rozdělovače.....	25		
5.7.6Přípojka rozdělovače	25		
5.7.7Rozdělovač pro energetické piloty	25		

1 MOŽNOSTI POUŽITÍ

Tato technická informace platí pro projektování, pokládání a spojování trubek podle programu RAUGEO včetně zobrazených spojovacích prvků, příslušenství a nástrojů v rozsahu dále popsaného použití, norem a směrnice.

Program trubek RAUGEO slouží pro přepravu vody nebo solanky jako nosiče tepla pro využití zemního tepla pro účely chlazení, vytápění nebo akumulace.

Zásadně je možné podporovat následující využití:

- vytápění prostorů
(radiátory, vytápění podlahou nebo stěnami a temperování betonového jádra)
- ochlazování prostorů
(chlazení stropem/podlahou nebo temperování betonového jádra)
- ohřev užitkové vody
- vyhřívání volných ploch

Systémy pro vytápění a chlazení zpravidla využívají tepelná čerpadla, respektive chladicí stroje, aby bylo možné dosáhnout potřebné provozní teploty.

U plošného vytápění, zejména v případě temperování betonového jádra, je možné i přímé chlazení bez integrovaného tepelného čerpadla/chladicího stroje, přinejmenším na přechodnou dobu.

Výhody využití zemního tepla

Zemní teplo nabízí:

- bezplatný zdroj energie nezávislý do značné míry na počasí a roční době, regenerovaný průběžně slunečním zářením
- podstatné snížení emisí CO₂
- úspory energie při vytápění a chlazení až 75 %
- spolu s plošným vytápěním také možnost zajistit jedním technickým zařízením jak chlazení, tak i vytápění
- ve spojení se solárním zařízením možnost ukládání přebytečného tepla do země

Program RAUGEO nabízí pro tyto účely systémy pro:

- sondy zemního tepla
- kolektory zemního tepla
- energetické piloty



Obr. 1: Sondy zemního tepla



Obr. 2: Kolektor zemního tepla



Obr. 3: Energetické piloty

2 VLASTNOSTI PE-XA A PE 100

REHAU nabízí trubky RAUGEO z polyethylenu zesíťeného vysokým tlakem (PE-Xa) a nezesíťeného polyethylenu (PE 100).

Nejdůležitější výhody PE-Xa oproti PE 100:

- nedochází k rozšiřování trhlin a zářezů
- lze provádět ohýbání na malé poloměry i při nízkých teplotách

- není potřebné žádné pískové lože
- jsou použitelné i při teplotách přes 40 °C, lze je tedy využívat pro akumulaci tepla
- robustní, rychlá technika spojování nezávislá na počasí, lze použít posuvné objímky

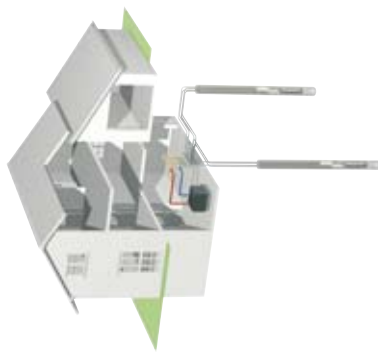
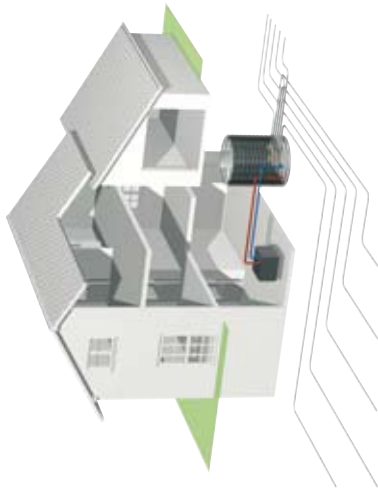
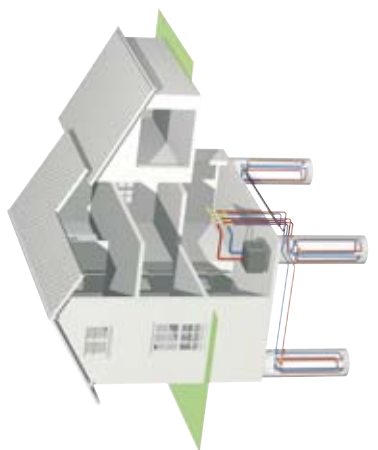
Rozdíly jsou podrobně uvedeny v následující tabulce:

Vlastnosti	PE-Xa				PE 100		
Obrázky typů trubek							
Materiál	polyetylen zesíťený za vysokého tlaku				polyetylen		
Odpovídá normě	DN 16892/16893				DIN 8074/8075		
Mez pevnosti v tečení (bezpečnostní faktor SF = 1,25)	trubky SDR 11 (20 x 1,9, 25 x 2,3, 32 x 2,9, 40 x 3,7)						
20 °C	100 let/15 barů				100 let/15,7 barů		
30 °C	100 let/13,3 barů				50 let/13,5 barů		
40 °C	100 let/11,8 barů				50 let/11,6 barů		
50 °C	100 let/10,5 barů				15 let/10,4 barů		
60 °C	50 let/9,5 barů				5 let/7,7 barů		
70 °C	50 let/8,5 barů				2 roky/6,2 barů		
80 °C	25 let/7,6 barů				-		
90 °C	15 let/6,9 barů				-		
Trvalá provozní teplota	-40 °C až 95 °C				-20 °C až 30 °C		
Min. teplota při pokládání	-30 °C				-10 °C		
Minimální poloměry	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm	125 cm	160 cm	200 cm
Vrbová citlivost	velmi malá				malá		
Rozšiřování trhlin při FNCT (full notch creep test)	žádné selhání				selhání po 200–2000 hod.		
Materiál lože	místní půda				písek		
Drsnost trubek	0,007 mm				0,04 mm		
Průměrný tepelný koeficient délkové roztažnosti	0,15 mm/(m * K)				0,20 mm/(m * K)		
Třída stav. hmot podle DIN 4102	B2				B2		
Chemická stálost	viz příloha 1 k DIN 8075				viz příloha 1 k DIN 8075		
Hustota	0,94 g/cm³				0,95 g/cm³		
Robustnost	extrémně robustní (žádné šíření trhlin a zářezů vzniklých při transportu nebo ukládání)				robustní (pomalé šíření trhlin a zářezů vzniklých při transportu nebo ukládání)		
Požadavky na materiál pro zónu uložení potrubí	výkopek (většinou má vyšší tepelnou vodivost než pískové lože)				pískové lože		
Schopnost akumulace tepla	neomezená (provozní teplota do 95 °C)				ne (max. provozní teplota pouze 30 °C)		
Vhodnost pro chlazení chladicí jednotkou	ano (provozní teplota do 95 °C)				omezená (max. provozní teplota pouze 40 °C)		
Použitelná solanka	podle směrnice VDI 4640						
Index tavení MFR	-				0,2–0,5 g/10 min		
Skupina MFR	-				003, 005		

Tabulka 1

3 POPIS PROGRAMU

3.1 Přehled sond

Applikace									
Označení systému	Sonda RAUGEO PE-Xa sonda zemního tepla	Sonda RAUGEO PE 100 sonda zemního tepla		RAUGEO collect PE-Xa plošný kolektor	RAUGEO collect PE-Xa plus plošný kolektor	RAUGEO collect PE 100 plošný kolektor	RAUGEO collect PE-Xa energetická pilotna	RAUGEO collect PE-Xa plus energetická pilotna	
Druh	PE-Xa	PE 100		PE-Xa	PE-Xa EVOH a opláštěný PE	PE 100	PE-Xa	PE-Xa EVOH a opláštěný PE	
Barva (povrch)	šedá	černá		šedá	oranžová/šedá	černá	šedá	oranžová/šedá	
Difuze kyslíku	žádná zábrana vrtané otvory	žádná zábrana vrtané otvory		žádná zábrana rostlá zemina bez pískové výplně spár	zábrana podle DIN 4726 rostlá zemina bez pískové výplně spár	žádná zábrana zemina s pískovou výplní spár	žádná zábrana zalití do betonu	zábrana podle DIN 4726 zalití do betonu	
Způsob pokládání									
Rozměry	32 mm a 40 mm Ø paty sondy 110 event. 134 mm	32 a 40 mm Ø paty sondy 84 event. 104 mm		20, 25, 32 a 40 mm (SDR 11)	20, 25, 32 a 40 mm (SDR 11)	25, 32 a 40 mm (SDR 11)	20 a 25 mm (SDR 11)	20 a 25 mm (SDR 11)	
Použití	– omezené prostorové poměry – vysoké požadavky na stupeň účinnosti – využití zemního tepla k vytápění a chlazení	– více než dostatečné prostorové poměry – nízké požadavky na stupeň účinnosti při chlazení – RAUGEO collect PE-Xa plus je vhodný zejména pro otevřené objekty bez výměníku tepla. Vrstva PE chrání uzavírací kyslíkovou vrstvu při pokládání do země						– i jinak potřebné základové piloty a podzemní stěny	
Vliv na životní prostředí	U chladících systémů slabé oteplení podzemní vody.			Nepatrný vliv na vegetaci.			U chladících systémů oteplení podzemní vody.		
Vhodné způsoby	Vytápění tepelnými čerpadly a chlazení přímo nebo pomocí tepelných čerpadel.			Vytápění tepelnými čerpadly a omezené chlazení přímo nebo pomocí tepelných čerpadel. Přímé chlazení většinou s velmi nízkým výkonem. Výjimkou je, je-li např. v místě tekoucí podzemní voda.			Vytápění tepelnými čerpadly a chlazení přímo nebo pomocí tepelných čerpadel.		
									

3.2 Sonda RAUGEO PE-Xa

3.2.1 Popis

Sonda RAUGEO PE-Xa je dvojité sondy U, tvořená dvěma jednoduchými sondami U, vzájemně spojenými do kříže.

Zvláštností této sondy je, že není svařovaná, protože trubky PE-Xa v patě sondy jsou ohnuty výrobcem a tvoří tudíž spojitě vedení v zemi bez jakýchkoli svařovaných spojů. Ohnutá pata sondy je navíc chráněna speciální polyesterovou pryskyřicí zesílenou skelným vláknem.

Trubky na médium mají podle DIN 16892/93 očekávanou dobu životnosti sto let při teplotě 20 °C a max. provozním tlaku 15 barů.

3.2.2 Vlastnosti

Z vynikajících vlastností materiálu PE-Xa vyplývají následující praktické technologické výhody:

- mimořádná provozní bezpečnost, protože nehrozí riziko netěsností v místech svarů nebo jiných spojů v patě sondy
- optimální bezpečnost při ukládání do vývrtu, protože trubky PE-Xa nejsou choulivé na trhliny nebo rýhy a nedochází ani k jejich rozšiřování
- pata sondy je chráněna vysoce pevnou speciální pryskyřicí
- jednoduché zasouvání obou jednoduchých sond U a jejich spojení do pevné jednotky
- připojení sondy pomocí el. svařovaného hrdla nebo násuvné objímky, použitelné za jakéhokoli počasí

3.2.3 Rozměry dodávky

Průměr paty sondy závisí na průměru trubky:

Trubka sondy [d]	Průměr paty sondy [D]
32 mm x 2,9 mm	110 mm
40 mm x 3,7 mm	134 mm

Dodávané délky: viz ceník

Dodávka: jedna dvojité sondy U (= 2 jednoduché sondy U) na nevratné paletě, zatavená ve smršťovací fólii včetně spojovacích šroubů.

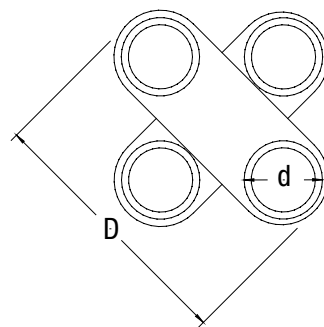
3.2.4 Montáž paty sondy

Obě jednoduché sondy U se před zavedením do vývrtu složí do kříže a spojí se kolíky se závitem, opatřenými vnitřním šestihranem.

Jako varianta je možné upevnit do drážky dolní poloviny sondy závaží, které se rovněž upevňuje kolíky se závitem. Kolíky se dodávají společně se závažími pro sondu.



Obr. 4: Ukládání sondy RAUGEO PE-Xa



Obr. 6: Průřez sondy RAUGEO PE-Xa



Obr. 5: Pata sondy RAUGEO PE-Xa

3.3 Sonda RAUGEO PE 100

3.3.1 Popis

Sonda RAUGEO PE 100 je dvojitá sonda U, tvořená dvěma sondami tvaru U z PE 100, které jsou v patě sondy výrobcem svařeny pomocí spojovacího kusu tvaru V.

Výroba sondy RAUGEO PE 100 a paty sondy probíhá podle zkušebních a kontrolních ustanovení SKZ HR 3.26.

3.3.2 Vlastnosti

Sonda RAUGEO PE 100 nabízí následující důležité praktické výhody:

- mimořádně malá pata sondy
- pouze dva svařované spoje na patě sondy

3.3.3 Rozměry, dodávka

Průměr paty sondy závisí na průměru trubky:

Trubka sondy [d]	Průměr paty sondy [D]
32 mm	84 mm
40 mm	104 mm

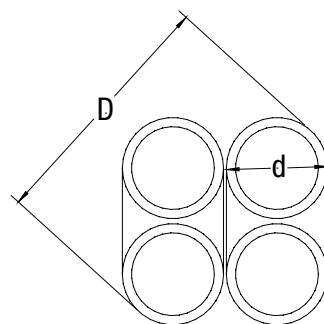
Dodávané délky: viz ceník

Dodávka: jedna dvojitá sonda U

(= 2 jednoduché sondy U= 4 kruhové svazky) na nevratné paletě, zatavená ve smršťovací fólii.



Obr. 7: Ukládání sondy RAUGEO PE 100



Obr. 9: Průřez sondou RAUGEO PE 100



Obr. 8: Pata sondy RAUGEO PE 100

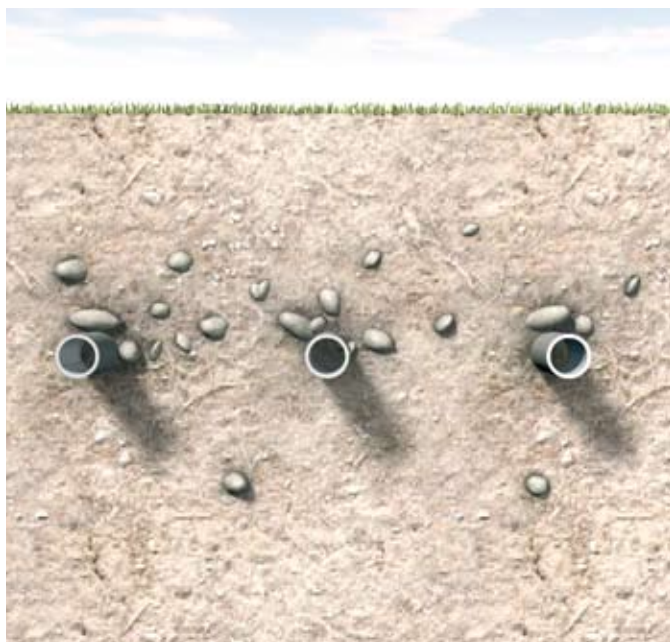
3.4 RAUGEO collect PE-Xa

3.4.1 Popis

RAUGEO collect PE-Xa je mimořádně robustní trubkový kolektor na zemní teplo, vyrobený z polyethylenu PE-Xa zesíleného pod vysokým tlakem, opatřeného šedou vnější vrstvou stabilizující vliv UV záření. Program je doplněn spojovací technikou REHAU – násuvnými objímkami a el. svařovanými hrdly, rozdělovači a průchodkami do zdiva.



Obr. 10: Položení RAUGEO collect PE-Xa



Obr. 11: Průřez rýhou pro položení RAUGEO collect PE-Xa a PE-Xa plus

3.4.2 Vlastnosti

Díky vynikajícím vlastnostem materiálu PE-Xa má systém následující praktické technologické výhody:

- není choulostivý vůči vrypům, škrábancům a bodovému zatížení, takže lze jako materiál lože použít výkopek
- je odolný vůči korozi způsobené trhlinami z napětí
- je proto bezpečný za provozu i při úzkých poloměrech ohybu:

	20 x 1,9	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm
10 °C	30 cm	40 cm	50 cm	65 cm
0 °C	40 cm	50 cm	65 cm	80 cm

Tabulka 3: Poloměry ohybu RAUGEO PE-Xa

- nedochází k rozšiřování trhlín
- vysoce odolné vůči oděru
- flexibilní, a proto snadné pokládání i při nízkých teplotách
- lze pokládat i za mrazu bez zvláštních přípravných opatření
- mimořádně dlouhá doba životnosti i při vysokém provozním zatížení

3.4.3 Rozměry, dodávka

Rozměry: 20 x 1,9
25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7

Dodávka: v kruhových svazcích po 100 m, na objednávku zvláštní délky.

3.5 RAUGEO collect PE-Xa plus

3.5.1 Popis

RAUGEO collect PE-Xa plus je trubkový kolektor na zemní teplo s doplňkovou uzavírací kyslíkovou vrstvou podle DIN 4726 a vrstvou PE, která chrání kyslíkovou uzavírací vrstvu při pokládání do země před narušením.

3.5.2 Vlastnosti

Také zde najdeme vynikající vlastnosti materiálu PE-Xa podle bodů 3.4.1 až 3.4.3 s výjimkou spojovací techniky – elektrotvarovek, které vzhledem ke kyslíkové vrstvě nelze použít.

3.5.3 Rozměry, dodávka

Rozměry: 20 x 1,9
25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7

Dodávka: v kruhových svazcích po 100 m, na objednávku zvláštní délky.

3.6 RAUGEO collect PE 100

3.6.1 Popis

RAUGEO collect PE je kolektorová trubka pro zemní teplo z černě zbarveného polyetylenu (PE 100) stabilizovaného vůči UV záření, zhotoveného podle DIN 8074.

Program je doplněn spojovací technikou REHAU – el. svařovanými hrdly, rozdělovači a průchodkami do zdi.

3.6.2 Vlastnosti

Vlastnosti materiálu určují následující praktické technologické charakteristiky:

- trubky PE 100 je nutné chránit před bodovým zatížením apod.; proto se musí zasypávat pískem
- materiál je teplotně stabilní do 40 °C
- přípustné minimální poloměry ohýbání jsou výrazně závislé na teplotě při pokládání

	25 x 2,3	32 x 2,9	40 x 3,7
20 °C	50 cm	65 cm	80 cm
10 °C	85 cm	110 cm	140 cm
0 °C	125 cm	160 cm	200 cm

Tabulka 4: Poloměry ohybu RAUGEO PE 100

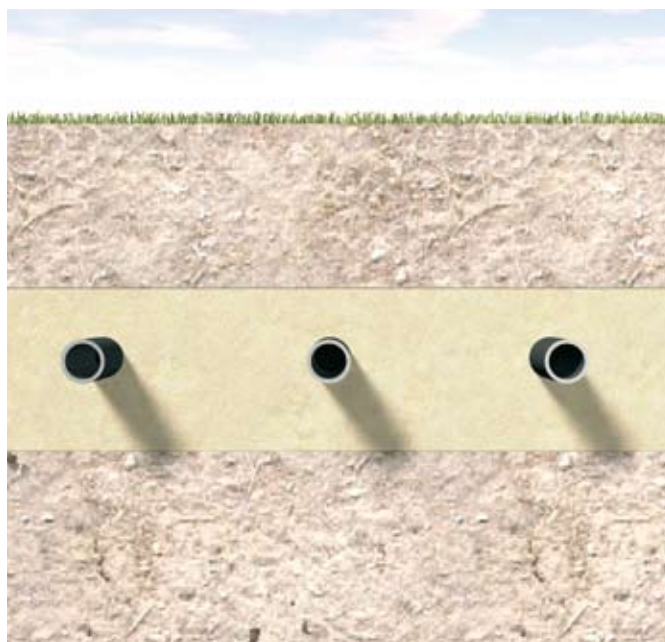
3.6.3 Rozměry, dodávka

Rozměry: 25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7

Dodávka: v kruhových svazcích po 100 m, zvláštní délky na objednávku.



Obr. 12: Pokládání RAUGEO collect PE 100



Obr. 13: Průřez rýhou pro RAUGEO collect PE 100

3.7 Energetické piloty RAUGEO

3.7.1 Popis systému

V moderních pozemních stavbách se ze statických důvodů na špatně únosném podloží používají při zakládání vrtané piloty. Pokud je do těchto pilot integrováno potrubí pro využití podpovrchové geotermie, hovoříme o energetických pilotách. Podle geologických předpokladů lze pomocí těchto energetických pilot odebrat z podzemí teplo pro vytápění budov a odvádět jimi teplo při ochlazování.

Kolektorová trubka na zemní teplo RAUGEO collect PE-Xa je velmi vhodná i pro integraci do základových pilot. Při ukládání jsou kromě vysoké odolnosti mimořádnou výhodou především malé poloměry ohybu. Jako alternativu je možné použít kolektorovou trubku RAUGEO collect PE-Xa plus, která svou integrovanou vrstvou pro uzavírání kyslíku zabraňuje možné korozi ocelových částí systému.

Potrubí se zpravidla pokládá meandrovitě v podélném směru armovacího koše. Upevnění potrubí je zajištěno rohožovými spojkami pro energetické piloty REHAU nebo silovým spojem pomocí kabelových spojek na armovacím koši.

3.7.2 Vlastnosti

Díky vynikajícím vlastnostem materiálu PE-Xa vyplývají pro praxi následující technologické výhody:

- vysoká odolnost trubek vůči vrypům, rýhám a rozšiřování trhlin z napětí – jsou tedy ideální pro práci na staveništi
- pokládání je snadné a flexibilní i za nízkých teplot
- vysoká provozní bezpečnost i při úzkých poloměrech ohybu:
 - 20 cm u trubky 20 x 1,9
 - 25 cm u trubky 25 x 2,3

3.7.3 Dodávka

Rozměry: RAUGEO collect PE-Xa a PE-Xa plus v rozměrech 20 x 1,9 a 25 x 2,3

Dodávka: v kruhových svazcích po 100 m, zvláštní délky na objednávku



Obr. 14: Energetická pilota



Obr. 15: Trubky RAUGEO collect PE-Xa montované v armovacím koši

4 RAUGEO – PROGRAM PŘÍSLUŠENSTVÍ

4.1 RAUGEO – sondy a collect



Obr. 16: Závaží sondy PE-Xa

4.1.1 Závaží – sondy PE-Xa a PE 100

Jako pomůcka pro osazení sondy s upevňovacím materiálem pro pevné připojení k patě sondy

Souprava zahrnuje:

- 1 závaží
- 2 šrouby se závitem a s vnitřním šestihranem M10

Materiál:	ocel
Průměr:	80 mm
Délky závaží 12,5 kg:	cca 300 mm



Obr. 17: Pomůcka pro zasouvání

4.1.2 Pomůcka pro zasouvání sondy RAUGEO PE 100

Nástavec pro soutyčí se závitem M10 na patě sondy, se kterým se sonda ukládá do vývrtu

Souprava zahrnuje:

- 1 pomůcku pro zasouvání
- 2 šrouby se závitem a s vnitřním šestihranem M8
- 2 podložky se závitem

Materiál:	V24
Délka:	cca 200 mm



Obr. 18: Trubka Y

4.1.3 Trubka Y

Pro spojení přítoku a vratného toku sondy zemního tepla na konci vývrtu. Úspora poloviny připojovacího potrubí. Menší náklady na rozvody a rovněž menší potřebné místo. Spojování svařováním hrdel s trnem nebo po odstranění hrdel svařováním topným prvkem a topnou spirálou nebo svařováním na tupo.

Materiál:	PE 100
Rozměry:	32-32-40 40-40-50



Obr. 19: Distanční držák

4.1.4 Distanční držák

Pro zajištění definované vzdálenosti mezi trubkami sondy ve vývrtu s volným prostorem pro výplňovou trubku. Upevnění každých 1,5–2 m.

Materiál:	PE 100
Velikosti pro:	32 x 2,9 40 x 3,7



Obr. 20: Pomůcka pro pokládání

4.1.5 Pomůcka pro pokládání RAUGEO

Pro zafixování trubek RAUGEO collect nebo domovních přípojek v rýze nebo stavební jámě v místech změny směru. Zaražením těchto pomůcek se trubky RAUGEO udržují v půdě až do zatížení. Potom se pomůcky vytáhnou a mohou být znovu použity.

Materiál: ocel/PE
Délka: 200 mm

4.2 Příslušenství RAUGEO k energetickým pilotám



Obr. 21: Spojky energet. pilot s výztuží

4.2.1 Drátěné spojky energetických pilot

Spojky energetických pilot REHAU jsou zhotoveny z drátu s plastovým obalem. Slouží pro silové zafixování potrubí na výztuž vrtaných pilot.

Materiál: drát s plastovým obalem
Ø drátu: 1,4 mm
Délka: 180 mm
Barva: černá



Obr. 22: Krouticí přístroj

4.2.2 Krouticí přístroj REHAU

Krouticí přístroj REHAU z kovu s plastovým opláštěním se používá pro odborné a rychlé kroucení drátěných spojek energetických pilot. Používá se v průběhu upevňování potrubí na výztuž vrtaných pilot.

Materiál: ocel
Délka: 310 mm
Ø krouticího přístroje: 30 mm
Barva: černá



Obr. 23: Kabelová spojka

4.2.3 Kabelové spojky REHAU

Kabelové spojky REHAU mohou být použity jako alternativa drátěných spojek pro upevnění potrubí na výztuž vrtaných pilot.

Materiál: PA
Délka: 178 mm
Šířka: 4,8 mm
Barva: přírodní

4.3 Příslušenství RAUGEO obecně



Obr. 24: Mosazný rozdělovač solanky

4.3.1 Mosazný rozdělovač solanky

Rozdělovač a sběrač z mosazné trubky s kohoutem KFE a ručním odvzdušňovacím ventilem.

Varianta: Místo ručního odvzdušňovacího ventilu lze našroubovat automatické odvzdušnění.

Uzavírání každého okruhu solanky je zaručeno kulovým kohoutem na přítoku a vratném toku.

Robustní, zvukově izolované a pozinkované konzoly.

Materiál: mosaz MS63
Základní trubka: 1 1/2" nebo 2"
Přípojka: G1 1/2" nebo G2"
Velikost rozvodu: viz ceník

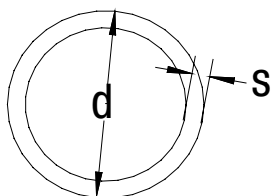


Obr. 25: Plastový rozdělovač

4.3.2 Plastový rozdělovač solanky

Pro stavby, pro něž není mosazný rozdělovač solanky v potřebném rozměru k dispozici, lze dodat plastové rozdělovače přizpůsobené potřebám objektu. Trubky rozdělovače jsou vyrobeny z PE 100. Odbočky se svařují a testují podle DVS 2207 u výrobce. Rozdělovače se dodávají s uzavíracími orgány, průtokoměrem a odvzdušněním.

Materiál: PE 100
Základní trubka: 110/90
Přípojka: 90 x 8,2
Velikost rozdělovače: na objednávku



Obr. 26: Plnicí, rozváděcí a sběrné trubky

4.3.3 Plnicí, rozváděcí a sběrné trubky RAUGEO

Pro zaplnění, resp. stlačení vrtaného otvoru sondy a jako sběrná trubka mezi rozdělovačem a tepelným čerpadlem.

Rozměry AD:

- PE-Xa 20–160 mm
- PE 100 20–400 mm

Trubky RAUGEO se dodávají v provedení SDR 11. (SDR „Standard Dimension Ration“ = poměr vnějšího průměru trubky [d] k tloušťce stěny [s]).

Rozměry d x s [mm]	Hmotnost [kg]	Objem [l]
20 x 1,9	0,112	0,20
25 x 2,3	0,171	0,32
32 x 2,9	0,272	0,54
40 x 3,7	0,430	0,83
50 x 4,7	0,666	1,30
63 x 5,8	1,05	2,10

Tabulka 5: Technická data trubky SDR 11



Obr. 27: Regulátor průtoku

4.3.4 Regulátor průtoku

Regulátor průtoku z mosazi pro regulaci okruhů solanky pomocí kulového kohoutu. Průtokoměr je předem namontován na mosazný rozdělovač. U plastových rozdělovačů se průtokoměr dodává s předem namontovanými plastovými přechody.

Materiál: mosaz MS63
Základní trubka: 3/4"
Průtok: 8–30 l/min
Velikosti: viz ceník



Obr. 28: Těsnění do zdi

4.3.5 Těsnění do zdi RAUGEO

Utěsnění domovních přípojek pro případ tlakové a netlakové vody.

Pro trubky RAUGEO s vnějším průměrem 20 až 63 mm.

Ve spojení s pažnicemi RAUGEO nebo vrtů na jádro těsně u vody do 1,5 bar.

Upozornění: Jádrový vrt musí být konzervován.

Desky: ušlechtilá ocel V2A
Šrouby: ušlechtilá ocel V4A
Těsnicí materiál: EPDM



Obr. 29: Pažnice

4.3.6 Pažnice

Slouží při zavedení trubek RAUGEO do domu jádrovým otvorem jako ochrana proti pronikání plynu nebo vody.

Materiál: PVC
ID: 100 mm
AD: 106 mm
Délka: 400 mm



Obr. 30: Držák bednění

4.3.7 Držáky bednění

Vhodné pro pažnice RAUGEO (vnitřní), i pro jiné pažnice. S držáky bednění RAUGEO je možné pažnice přesně připevňovat na dřevěné bednění a hned je zabetonovávat.

ID:	100 mm
AD:	106 mm



Obr. 31: Přípravek na konzervování vývrtů

4.3.8 Konzervace vývrtů

Složení: dvousložková epoxidová pryskyřice s vodou.

Povoleno podle doporučení KTW pro uzavření betonu, event. zdiva.

V soupravě se štětcem (délka cca 40 cm) a párem latexových rukavic.

Návod k použití je přiložen. Dodržovat pokyny podle listu s bezpečnostními údaji.



Obr. 32: Izolační hadice

4.3.9 Izolační hadice

Chladicí izolační hadice REHAU je zhotovena z kaučukového materiálu nepropouštějícího vodní páry a slouží pro izolaci vedení v budovách. Styky musejí být utěsněny kaučukovým lepidlem, které lze objednat rovněž u firmy REHAU.

Tloušťka izolace:	13 mm
Délka:	2 m
Rozměry:	20–63 mm



Obr. 33: Nosič trubek

4.3.10 Nosič trubek

Nosič trubek REHAU je složen ze dvou dílů, které slouží jako izolační vrstva mezi trubkou a trubní sponou, zabraňující orosení v prostoru spony.

Tloušťka izolace:	13–15 mm
Rozměry:	20–63 mm



Obr. 34: Výstražná páska

4.3.11 Výstražná páska

Výstražná páska RAUGEO je zhotovena z fólie PE s černým nápisem „Pozor – potrubí solanky“ a označuje trasu potrubí v zemi. Výstražná páska se pokládá 30 cm na potrubí.

Materiál:	PE
Šířka:	40 mm
Délka:	250 m
Barva:	zelená



Obr. 35: Posuvná objímka

4.3.12 Posuvná objímka

Posuvné objímky jsou jednou z patentovaných metod, které REHAU vyvinula pro:

- rychlé a okamžitě použitelné
- z hlediska systému bezpečné
- nezávislé na povětrnostních podmínkách
- a trvale těsné spojení trubek RAUGEO PE-Xa a PE-Xa plus.

Tvoří je pouze jeden fitink a jedna posuvná objímka.

Spojování posuvnými objímkami se provádí pomocí speciálního nářadí REHAU. Při montáži je nutné dodržovat návod přiložený k tomuto nářadí.



Obr. 36: El. svařované hrdlo

4.3.13 El. svařované hrdlo

El. svařovaná hrdla REHAU (ESM) jsou tvarovky s integrovaným odporovým drátem. Ten se el. proudem zahřívá na potřebnou svařovací teplotu a zajistí tak svařený spoj hrdla s koncem trubky. Každý fitink je vybaven integrovaným identifikačním odporem, který zajišťuje svařecí parametry na svařovacím přístroji REHAU (výrobek 244762-001).

Čárový kód na všech el. svařovaných fitinkách REHAU umožňuje použití běžných svařovacích přístrojů se snímací tužkou. Při montáži je nutné postupovat podle návodu přiloženého k nářadí.



Obr. 37: Smršťovací páska za studena

4.3.14 Smršťovací páska za studena

Smršťovací páska za studena RAUGEO je zhotovena z butylkaučuku se samosvářecími vlastnostmi a používá se pro izolaci odizolovaných trubek RAUGEO plus nebo mosazných fitinků v zemi.

Materiál:	
Šířka:	50 mm
Délka:	5 m
Barva:	černá



Obr. 38: Smršťovací hadice REHAU

4.3.15 Smršťovací hadice REHAU

Fitinky s posuvnou objímkou REHAU lze zásadně ukládat do země bez jakékoliv ochrany. V některých místech se však mohou v zemi ojediněle vyskytovat látky, které by fitink a objímku mohly poškodit.

V takovém případě nebo v případě podezření na výskyt takových látek lze spoje chránit smršťovací hadicí REHAU.

Materiál:	VPE
Rozsah smrštění:	20–55 mm
Délka:	1200 mm
Barva:	černá

5.1 Podklady pro využívání podpovrchového tepla

V geologii znamená „podpovrchová“ oblast hloubku od povrchu země až do několika málo set metrů (zpravidla cca 400 m). Jedná se o prostor, který lze využívat pomocí kolektorů zemního tepla, energetických pilot a sond zemního tepla.

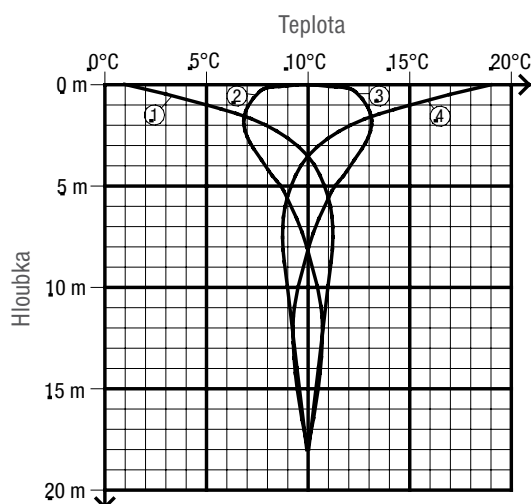
Obr. 39 ukazuje úroveň ročních teplot do hloubky 20 m. Podle toho panují v hloubce 1,2–1,5 m v průběhu roku teploty mezi 7 °C až 13 °C, v hloubce 18 m je celoročně teplota asi 10 °C. Teplota stoupá zpravidla na každých 100 m o 2 až 3 °C.

V hloubce 100 m činí teplota obvykle 12 °C, v hloubce 200 m cca 15 °C. Toto teplo lze pomocí tepelného čerpadla velmi efektivně využít k vytápění nebo pomocí přímého chlazení, eventuálně chladicí jednotky, pro chlazení.

Při návrhu geotermického zařízení je nutné rozlišovat mezi tepelným, respektive chladícím výkonem a energií nutnou pro vyrovnání sousedních teplot (teplo Q). Vzhledem k tepelné vodivosti půdy omezené na cca 1–3 W/mK je možné zařízení na využití zemního tepla provozovat pouze krátkou dobu na vysoký výkon, přičemž okolí trubek, respektive sond, se využívá jako tlumič tepla, který se geotermickým tepelným přesunem ze spodní půdy (pouze 0,015 až 0,1 W/m²K) regeneruje s časovým posunem.

U menších zařízení až do tepelného výkonu 30 kW uvádí směrnice VDI 4640 jednoduchá návrhová pravidla, z nichž nejdůležitější jsou popsána i v této technické informaci.

U větších zařízení se vyplatí přesnější výpočet na základě půdoznaleckého posudku (Thermal Response Test).



Obr. 39: Úroveň ročních teplot v různých hloubkách půdy

5.2 Účinky na životní prostředí

U tepelných čerpadel, kde jsou kolektory zemního tepla propojeny s půdou, může poddimenzování kolektorů vést k místně omezeným účinkům na vegetaci (prodloužení chladného období). Obecně přináší poddimenzování nižší teploty tepelných zdrojů a tím nižší roční efekt. V extrémních případech může teplota zdroje poklesnout na dolní hranici použitelnosti tepelného čerpadla.

Také u tepelných čerpadel se sondami zemního tepla může poddimenzování za plného provozu vyvolat krátkodobě velmi nízké teploty zdroje až na dolní hranici použitelnosti tepelného čerpadla. Navíc může poddimenzování vést dlouhodobě k poklesu teploty zdroje od jednoho topného období k druhému, pokud nebude včas zajištěna dostatečná regenerace.

5.3 Výběr sondy, plochého kolektoru nebo energetické piloty

Výchozím bodem při výběru systému je vždy výkon odpařovačku, tzn. teplo odebírané půdě, eventuálně v případě chlazení teplo do půdy odváděné. Při plánování je nutné vybrat pro danou lokalitu nejvhodnější zdroj tepla a přizpůsobit mu topný systém a ostatní části zařízení. Dva nejčastěji používané systémy jsou:

- zařízení pro horizontální přenos zemního tepla (kolektory na zemní teplo)
- zařízení pro vertikální přenos zemního tepla (sondy zemního tepla, energetické piloty).

Rozhodnutí mezi horizontálním a vertikálním přenosem je závislé na geologických podmínkách stanoviště, potřebě prostoru a na stavebních podmínkách.

Důležitými kritérii jsou z hlediska zařízení:

- návrhový výkon zařízení tepelného zdroje
- odpařovací výkon tepelného čerpadla (zjišťuje se např. z topného výkonu a poměru, odevzdaného tepla a přivedené energie za určitou dobu)
- roční provozní hodiny, respektivě plně vytížené hodiny
- špičkové zatížení tepelného zdroje (peak load)

dobrá znalost geologie a hydrogeologie dovoluje činit závěry o tepelných a hydraulických vlastnostech podloží a umožňuje tím výběr vhodné techniky pro odběr tepla.

Měsíce ke grafu – obr. 39

čára 1 = 1. únor

čára 2 = 1. květen

čára 3 = 1. listopad

čára 4 = 1. srpen

5.4 Návrh a pokládání kolektorů zemního tepla

Návrh kolektorů zemního tepla je popsán ve směrnici VDI 4640. V dalším textu jsou shrnuty nejdůležitější aspekty.

5.4.1 Návrh

Pro návrh zemních kolektorů spojených s tepelným čerpadlem jsou zapotřebí následující vstupní data:

- potřeba topného tepla a výkon tepelného čerpadla – z toho se vypočte výkon odpařovače
- objemový proud tepelného čerpadla (list s údaji tepelného čerpadla)
- specifický odběr zeminy

Návrh tepelného čerpadla musí být velmi přesný. Proto je třeba kontaktovat výrobce, aby bylo možné výkon přiřadit ke zjištěnému topnému výkonu a provoznímu režimu.

Výkon odpařovače se vypočte takto:

výkon odpařovače =

$$\frac{\text{topný výkon} \times (\text{ukazatel výkonu} - 1)}{\text{ukazatel výkonu}}$$

Příklad:

topný výkon: 12 kW
ukazatel výkonu: 4

$$\frac{12 \text{ kW} \times (4 - 1)}{4} = 9 \text{ kW}$$

Specifický odběrový výkon závisí podle tabulky 6 na roční provozní době:

Podloží	Specifický odběrový výkon	
	při 1800 h	při 2400 h
Nespojitá zemina	10 W/m ²	8 W/m ²
Spojité zemina vlhká	20–30 W/m ²	16–24 W/m ²
Vodou nasycená půda	40 W/m ²	32 W/m ²

Tabulka 6: Zdroj: VDI 4640

Příklad:

výkon odpařovače: 9 kW
provozní hodiny: 1800 hod./rok
půda: spojitá, vlhká

Z toho vyplývá:

odběrový výkon: 25 W/m²

Výkon odpařovače =

$$\frac{\text{výkon odpařovače (W)}}{\text{odběrový výkon (W/m}^2\text{)}}$$

Plocha zemního kolektoru = 360 m²

Výběr světlosti potrubí závisí na možném odběrovém výkonu, který má být získán ze země:

Čím vyšší je odběrový výkon, tím vyšší je při daném teplotním rozptýlu potřebný objemový proud a tím vyšší je průměr potrubí. Orientační hodnoty poskytuje tabulka 7.

Druh půdy	AD x s (mm)
Nespojitá půda	20 x 1,9
Spojité půda, vlhká	25 x 2,3
Vodou nasycená půda	32 x 2,9

Tabulka 7: Návrh potrubí

Vzdálenost mezi kolektorovými trubkami doporučená pro pokládání ve VDI 46-40 činí 50–80 cm.

Při zvolené vzdálenosti 75 cm (0,75 m) a vztahu

$$\text{množství trubek} = \frac{\text{plocha zemního kolektoru (m}^2\text{)}}{\text{vzdálenost při pokládání (m)}}$$

vychází délka trubek 480 m.

Upozornění: Odběrový výkon a –práce nesmí být překročeny, protože jinak bude – obecně žádoucí – namrzání zóny potrubí příliš velké a poloměry budou srůstat. Při tání na jaře pak bude výrazně omezeno vsakování dešťové a tající vody, která výrazně přispívá k ohřívání půdy.

Protože kolektory zemního tepla mění hladinu teploty v zemi, měly by být trubky pokládány v dostatečné vzdálenosti od stromů, keřů a choulolistivých rostlin. Vzdálenost od ostatních zásobovacích vedení a budov činí 70 cm. Pokud by tato vzdálenost byla menší, muselo by být potrubí chráněno dostatečnou izolací.

Kolektory na zemní teplo jsou pro přímé ochlazování budov vhodné pouze za určitých předpokladů:

- tekoucí podzemní voda, vzdálenost < 0,5 m, vodivá půda 2,5–3 W/mK
- teplota podzemní vody v létě < 12 °C

Špičkové chladicí zatížení může být zachyceno i chladicí jednotkou spojenou se zemí.

Délka potrubních větví by neměla z důvodu příliš vysoké ztráty tlaku překročit 100 m.

5.4.2 Pokládání

U kolektorů na zemní teplo by podle VDI 4640 měly být trubky pokládány v hloubce 1,2–1,5 m a ve vzdálenosti 50–80 cm.

Regenerace kolektorů na zemní teplo probíhá zejména shora slunečním zářením a dešťovými srážkami. Geotermický tepelný tok je v porovnání s tím nepatrný. Kolektory proto nesmějí být zásadně zastavovány a nesmějí ležet pod zpevněnými plochami!

Výjimky z tohoto pravidla musí potvrdit projektant.

Je to možné např. tehdy, jestliže se zemní kolektor používá jak k topení, tak i ke chlazení a oba tyto režimy přispívají k regeneraci půdy. Při pokládání pod budovami je nutné si uvědomit, že provozní teplota nesmí dosáhnout hranice mrazu, protože jinak by mohlo dojít pohybem zeminy k poškození stavby.

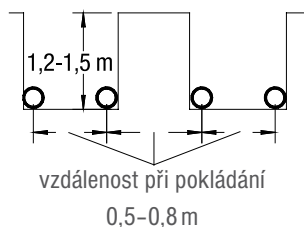
RAUGEO collect je možné ukládat do rýh a stejně tak je možné plošné pokládání.

Při pokládání do rýhy (kyneta) se bagrem provede jedna strana, položí se trubky a rýha se zasype zeminou z druhé strany – viz obr. 40.

Při plošném pokládání je třeba, aby celá plocha pro kolektory byla urovnaná – viz obr. 44.

Upozornění: Místní zemina smí být znovu použita pouze v případě trubek PE-Xa. Pro pokládání trubek PE 100 musí být použit písek – viz kapitola 4.6.

Kolektorové trubky PE-Xa by se neměly pokládat do štěrku nebo hrubého písku, protože vzduchové štěrby snižují vodivost. Proto je v případě výskytu takových zemin nutné kolem trubek nasypat jemnější materiál, který zaručuje pohlcování vlhkosti. Kamenů v půdě si není třeba při pokládání trubek PE-Xa všimnout.

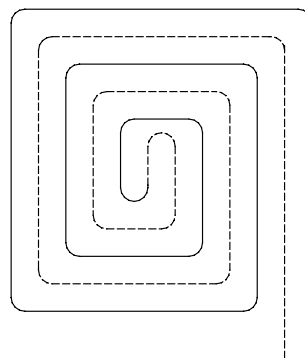


Obr. 40: Pokládání do rýhy

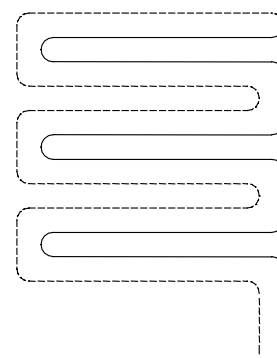
Obvyklé způsoby pokládání jsou uvedeny na obrázcích 41–43. „Šnek“ – obr. 41 – může být použit při plošném pokládání. Dvojitý meandr – obr. 42 – a Tichelmann – obr. 43 – jsou vhodné zejména pro kladení do rýh.

Trubky RAUGEO se dodávají v kruhových svazcích po 100 m. Kolektorová plocha musí být navržena tak, aby každá trubní větev byla stejně dlouhá. Tím se zabrání náročné regulaci na rozdělovačích.

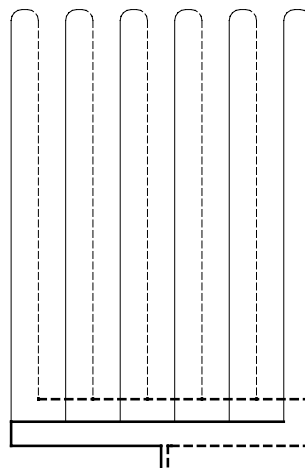
Trubky lze při plošném pokládání upevňovat pomocnými prvky REHAU, takže lze snadno vytvořit trubní registry.



Obr. 41: Šnek



Obr. 42: Dvojitý meandr



Obr. 43: Tichelmann



Obr. 44: Plošné pokládání

Výpočet potřebné plochy a délky kolektorů u COP tepelného čerpadla 4 (0/35), odběrový výkon 25 W/m² a vzdálenost položených trubek 0,6 m:

Potřebný topný výkon [kW]	Výkon odpařovače [kW]	Min. plocha [m ²]	Návrh trubek RAUGEO collect [m]
4	3	120	200
6	4,5	180	300
8	6	240	400
10	7,5	300	500
12	9	360	600
14	10,5	420	700
16	12	480	800
18	13,5	540	900
20	15	600	1000

5.4.3 Montáž kolektorů na zemní teplo



Obr. 45: Výběr stanoviště pro rozdělovač

Montážní krok 1

- Vyberte stanoviště pro rozdělovač na nejvyšším místě kolektorového objektu.
- Rozdělovač můžete nainstalovat do plastové šachty nebo umístit pod světlík.

Upozornění: Světlíky je nutné zakrýt před slunečním zářením, protože potrubí je nutné chránit před UV zářením.

- Potrubí připojte na rozdělovač a sběrač podle Tichelmannovy metody. Viz kapitola 5.7.



Obr. 46: Položení a upevnění potrubí

Montážní krok 2 – plošné pokládání

- Trubky rozložte, vyrovnejte a upevněte zemními hřeby.
- Bezpodmínečně dodržujte poloměry ohybu trubek PE-Xa a PE 100 (viz odstavec 2, tabulka 1).



Obr. 47: Zakrytí trubek zeminou nebo pískem

Montážní krok 3

- Zemní hřeby po zakrytí trubek zeminou/pískem opět vytáhněte.

Upozornění: Trubky RAUGEO collect 100 musejí být pokládány do pískového lože.



Obr. 48: Pokrytí a zakrytí potrubí

Montážní krok 4

- Potrubí naplňte hotovým teplonosným médiem (poměr mezi nemrznoucím přípravkem a vodou podle pokynů výrobce tepelného čerpadla). Ochrana proti mrazu by měla být o 7 K nižší než minimální odpařovací teplota.
- Potrubí propláchněte do otevřené nádoby tak, aby v něm nezůstal žádný vzduch
- Potrubí a části zařízení (rozdělovač, připojovací vedení atd.) se přitiskne 1,5násobkem provozního tlaku.

5.5 Návrh a osazení sond na zemní teplo

Podrobnosti o návrhu a osazení sond jsou uvedeny ve VDI 4640.

5.5.1 Návrh

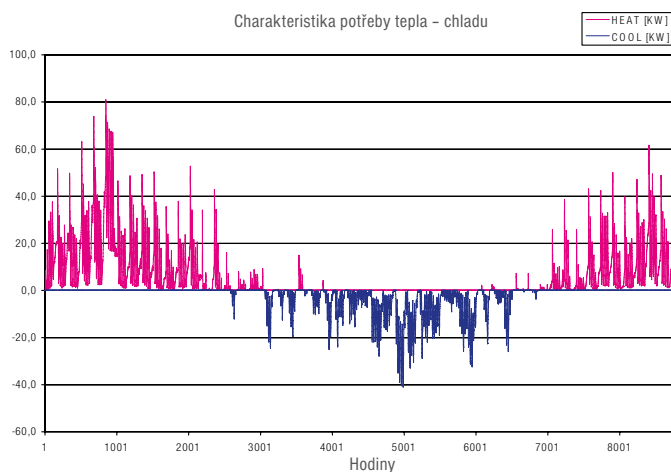
Pro návrh sond pro provoz tepelného čerpadla je rovněž rozhodující odběrový, respektive odpařovací výkon. Tab. 8 obsahuje hodnoty, které lze použít pro menší zařízení < 30 kW pro topný provoz s tepelnými čerpadly a maximální délkou sondy 100 m.

Provozní hodiny Podloží	1800 h specifický odběrový výkon v W/m sondy	2400 h
Obecné orient. hodnoty:		
Špatné podloží (suchý sediment) ($\lambda < 1,5$ W/mK)	25	20
Normální pevná hornina a vodou nasycený sediment ($\lambda < 3,0$ W/mK)	60	50
Pevná hornina s vysokou tepelnou vodivostí ($\lambda < 3,0$ W/mK)	84	70
Jednotlivé horniny:		
Štěrk, písek, suchý	< 25	< 20
Štěrk, písek, vodonosný	65–80	55–85
Při silném toku podzemní vody v štěrku a písku, pro jednotlivá zařízení	80–100	80–100
Hlína, jíl, vlhké	35–50	30–40
Vápenec (masív)	55–70	45–60
Pískovec	65–80	55–65
Kyselé magmatity (např. žula)	65–85	55–70
Bázické magmatity (např. čedič)	40–65	35–55
Rula	70–85	60–70

(Hodnoty mohou výrazně kolísat v závislosti na struktuře horniny
- rozpukání, břídlícnatost, zvětření).

Tabulka 8: Specifické odběrové výkony sond na zemní teplo

(Zdroj: VDI 4640)



Obr. 49: Příklad charakteristiky potřeby tepla – chladu budovy

Druhy zemin, které výrazně ovlivňují odběrový výkon sondy, lze zjistit u geologické služby nebo firmy provádějící vrtání, nebo je tato firma zjistí při prvním vrtu.

Příklad návrhu:

Výkon odpařovaku: 6,8 kW (6800 W)

Provozní hodiny: 2400 hod/rok

Vlhká půda

Z toho vyplývá: **odběrový výkon: 50 W/m**

Z toho vyplývá

$$\text{délka sondy} = \frac{\text{výkon odpařovaku (W)}}{\text{odběrový výkon (W/m)}}$$

tedy 136 m.

5.5.2 Návrh velkých zařízení

U větších topných zařízení s topným výkonem tepelného čerpadla > 30 kW nebo doplňkovým využitím tepelného zdroje (např. ke chlazení) by měl být proveden přesný výpočet. K tomu je jako základ nutné zjistit potřebu tepla a chladu v budově. Obr. 49 ukazuje příklad potřeby tepla a chladu pro budovu v rozdělení po dobu jednoho roku, vypočítaný simulačním programem.

Pro dimenzování sond by se za nejasné geologické a hydrogeologické situace měl provést zkušební vrt. Ten lze eventuálně geofyzikálně zaměřit, nebo je možné pomocí Thermal Response Test změřit odběrový výkon půdy. Na základě výsledků lze případně simulačním programem vypočítat možný roční odběrový výkon pro určitou dobu chodu zařízení.

Výpočet potřebné délky sondy (vrtaná délka) u COP tepelného čerpadla 4 (0/35), odběrový výkon 50 W/m:

Potřebný topný výkon [kW]	Výkon odpařovaku [kW]	Min. délka sondy [m]	Návrh sond RAUGEO [počet]
4	3	60	1 sonda à 60 m
6	4,5	90	2 sondy à 50 m
8	6	120	2 sondy à 60 m
10	7,5	150	2 sondy à 80 m
12	9	180	2 sondy à 90 m
14	10,5	210	3 sondy à 70 m
16	12	240	3 sondy à 80 m
18	13,5	270	3 sondy à 90 m
20	15	300	3 sondy à 100 m

5.5.3 Osazení

Sondy zpravidla podle vodoprávních předpisů podléhají schvalovacímu řízení.

Měla by být dodržena minimální vzdálenost od budovy 2 m. Nesmí dojít k ohrožení stability budovy. Při více instalovaných sondách by měla vzdálenost sond délky < 50 m činit minimálně 5 m, při délce > 50 m minimálně 6 m. Sondy na zemní teplo, které budou využívány i pro potřeby chlazení, by měly být, pokud možno, instalovány volně, aby se zabránilo jejich vzájemnému ovlivnění.

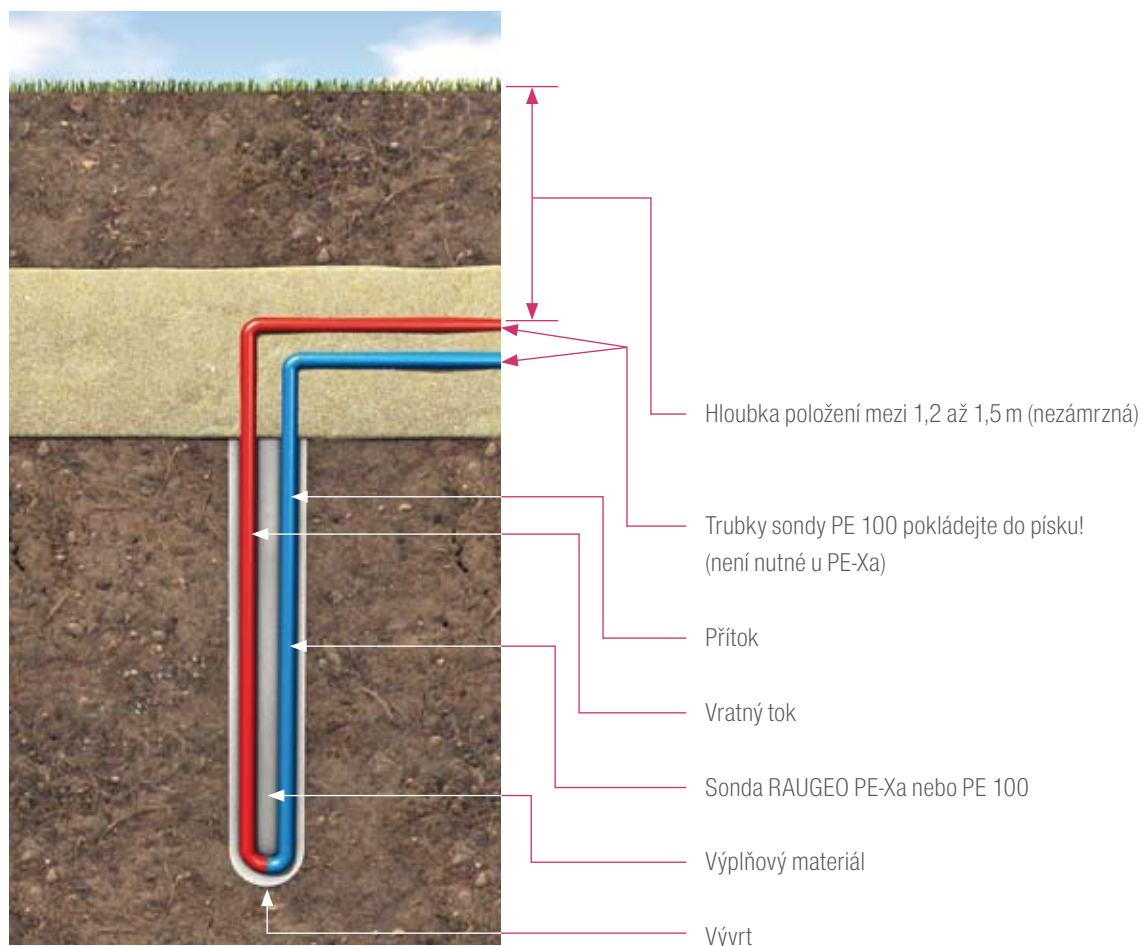
Vzdálenost od zásobovacích vedení činí 70 cm. Pokud by byla kratší, musí být vedení opatřeno dostatečnou izolací.

Aby se usnadnilo zavádění sond, doporučuje se v případě vlhkých (vodou naplněných) vývrtů naplnit sondy vodou. Ukládání si lze usnadnit i speciálním závažím RAUGEO nebo alternativně pomůckou RAUGEO pro osazování. U suchých vývrtů je nutné sondu nejpozději před zatlačením naplnit vodou, aby se zabránilo jejímu vyplavení.

Plnicí trubka se spolu se sondou zasune do vývrtu. Při větších hloubkách může být zapotřebí další pomocná trubka, aby bylo zajištěno rovnoměrné zasunutí.

Sonda se zpravidla do vývrtu zasouvá pomocí odvíjecího zařízení, upevněného na vrtné soupravě. Sondou lze rozvinout ještě před osazením a zasunout ji do vývrtu pomocí smyčky upevněné na vrtném zařízení. Rozbalením se poněkud zmenší zbytkové ohyby na trubce sondy.

Upozornění: Postup, kdy se do vývrtu zasouvá rozvinutá sonda, nedoporučujeme u sond PE 100, protože při tažení po zemi mohou vzniknout zářezy, škrábance apod., které výrazně zkracují životnost sondy.



Obr. 50

Po osazení sondy se doporučuje provést zkoušku průtočnosti a tlakovou zkoušku.

Upozornění: Zatlačení sondy musí podle VDI 4640 díl 2 probíhat tak, aby bylo zaručeno trvalé fyzikální a chemické stabilní zavázání sondy do horniny a nevznikly přitom žádné vzduchové mezery nebo dutá místa. Pouze při takto řádně provedeném stlačení prostoru vývrtu podle VDI 4640 lze zaručit správnou funkci zejména hlubších sond.

Po zaplnění vývrtu se provedou závěrečné zkoušky: zkouška funkce vodou naplněné sondy a tlaková zkouška na min. 6 barů; předběžné zatížení: 30 minut, doba zkoušky 60 minut, tolerovaný pokles tlaku: 0,2 baru.

Při hrozcím mrazu je nutné sondu vyprázdnit až do 2 m pod horní hranu terénu. To lze provést přípojkou stlačeného vzduchu s nízkým tlakem, připojenou po jedné straně. Na druhé straně bude vytékat vytlačovaná voda. Jakmile se zruší tlak, vodní sloupec se v sondě vyrovná. Trubky sondy musejí být až do připojení těsně uzavřeny. K úplnému zasypání prostoru vývrtu musejí být v závislosti na geologických podmínkách použity materiály určené pro konkrétní typy.

Trubky sond by měly být vedeny v paralelně zapojených okruzích k rozdělovači. Rozdělovač by měl být instalován v nejvyšším místě. Na vhodném místě by mělo být umístěno odplynovací zařízení. Rozdělovače je možné vybavit průtokoměrem pro regulaci hladiny v sondě.

Před uvedením celého systému do provozu musí být provedena tlaková zkouška 1,5násobkem provozního tlaku. Dále je nutné zkontrolovat rovnoměrné proudění ve všech sondách.

5.5.4 Montáž sond na zemní teplo



Obr. 51 Kontrola a příprava sondy

Montážní krok 1

- Před položením zkontrolujte, zda svitky trubek nejsou poškozené.
- Sondu nasadíte na odvíjecí zařízení, nebo ji rozložíte.
- Podle potřeby použijte závaží nebo pomůcku pro zasunování sondy.



obr. 52 Umísťování sondy

Montážní krok 2

- Naplňte sondu vodou tak, aby nevyplavala.
- Sondu společně s plnicí trubicou nasadíte do vývrtu.
- Sondu i s trubicou spusťte do vývrtu.



Obr. 53 Stlačování vývrtu

Montážní krok 3

- Proveďte tlakovou zkoušku a zkoušku průtoku u vodou naplněné sondy.
- Proveďte úplný zásyp kruhového prostoru vývrtu.
- Proveďte závěrečnou zkoušku funkce sondy naplněné vodou tlakem nejméně 6 barů.



Obr. 54 Spojení s přípojovacím vedením

Montážní krok 4

- Spojte sondu s přípojovacím vedením.
- Proveďte připojení vedení na rozdělovač v nejvyšším bodu zařízení.
- Naplňte zařízení hotovou směsí teplonosného média.
- Propláchněte potrubí tak, aby v něm nezůstal žádný vzduch.
- Proveďte konečnou tlakovou zkoušku celého systému 1,5násobkem provozního tlaku.

5.6 Návrh a osazení energetických pilot

Podrobné údaje o návrhu a osazování energetických pilot jsou uvedeny ve VDI 4640.

5.6.1 Návrh

Návrh energetických pilot se provádí analogicky jako u sond na zemní teplo – viz bod 5.1.

Je nutné si uvědomit, že energetické piloty nesmějí být používány v době mrazu. To je nutné vzít v úvahu při výpočtu a je nutné zahrnout do něj odpojení v závislosti na teplotě.

Z ekonomických důvodů se uvažuje pouze počet pilot nutných z hlediska statiky. Náklady na další piloty by již nebyly rozumně zdůvodnitelné. Doplnkový topný nebo chladicí výkon se pokryje jinými, nezávislými systémy. Používání je hospodárné od délky piloty 6 m.

Základové piloty se zpravidla osazují do podzemní vody. Použitím jako chladicího systému se zvyšuje její teplota. Tuto skutečnost je nutno projednat s příslušnými úřady.

5.6.2 Varianty osazení

Při osazování lze využít variantu „vertikální meandr“ a „sonda U“.

Vertikální meandr

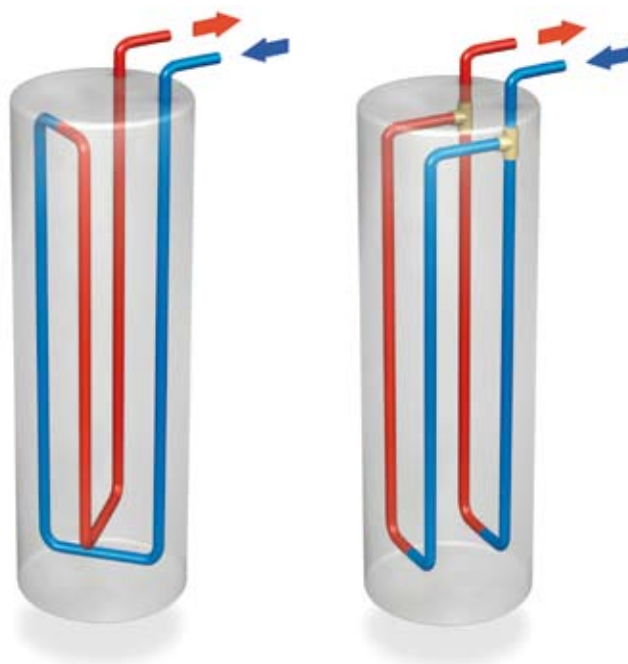
Trubky se pokládají v meandrovitých nekonečných smyčkách v armovacím koši. Tento způsob je výhodný zejména z důvodu jednoduché montáže. V hlavě piloty se provede napojení na přítokové a vratné potrubí k trubení síti.

Sonda U

Trubky se do armovacího koše vkládají v podobě písmene U. V hlavě piloty se provede spojení jednotlivých smyček pomocí osvědčených, trvale těsných posuvných objímek REHAU včetně fitinků REHAU. Tento způsob osazování je výhodný zejména z hlediska odvzdušňování potrubí. Napojení na přítokové a vratné potrubí k trubení síti se provádí v hlavě piloty.



Obr. 55: Pokládání trubek energetické piloty



Obr. 56: Vertikální meandr

Obr. 57: Sonda U

5.6.3 Montáž energetických pilot REHAU



Obr. 58: Montáž potrubí na armovací koš

Montážní krok 1

- Položení potrubí meandrovitě do již připraveného armovacího koše.

Trubky se do armovacího koše pokládají v podélném směru.

Silové upevnění trubek na výztuž se provádí pomocí spojení pro energetické piloty REHAU ve vzdálenosti 0,5 m, stejně tak v oblasti změny směru.



Obr. 59: Spojení přítoku a vratného toku v chráničce

Montážní krok 2

- Potrubí v místě hlavy piloty opatřete chráničkou, upevněte a zkraťte.
- Označování potrubí.

Napojovací vedení se v hlavě piloty zkrátí a opatří chráničkou.

Následuje označení energetické piloty podle montážního plánu.



Obr. 60: Osazení jednotky pro zkoušení tlaku

Montážní krok 3

- Umístění jednotky pro zkoušení tlaku.
- Nastavení zkušební tlaku 6 barů.

Umístění jednotky pro zkoušení tlaku na konce potrubí pomocí přechodového kusu REHAU s manometrem.

Nastavení zkušební tlaku 6 barů a zapsání zkušební tlaku do protokolu.



Obr. 61: Tlaková zkouška při 6 barech

Montážní krok 4

- Betonování.
- Provedení druhé tlakové zkoušky po betonáži.
- Připojení potrubí na rozvod.

Zapsání zkušební tlaku po betonáži do protokolu.

Energetické piloty lze připojit přímo na rozvodné potrubí, eventuálně přímo na rozdělovač topného, případně chladicího okruhu.

5.7 Montáž rozdělovače

5.7.1 Poloha rozdělovače

Rozdělovač by měl být umístěn v nejvyšším bodě potrubí. Potrubí by mělo být směrem k rozdělovači položeno v mírném spádu.

5.7.2 Stanoviště rozdělovače

Na potrubí se solankou se vytváří slabá vrstva vody (opocení), proto by v budovách mělo být izolováno proti úniku vodních par. Protože náklady na izolaci rozdělovače jsou vysoké, doporučuje se jeho instalace mimo budovu.

5.7.3 Připojení rozdělovače

Připojení rozdělovače se provádí šroubením s vnějším závitem G 1 1/2", event. G 2". Z důvodu rizika vytváření parních bublin je použití rozdělovače omezeno. Průtočné množství u základní trubky 2" činí při použití solanky s podílem 34 % nezamrzajícího přípravku 8000 l/hod. Při nižším podílu nezamrzající kapaliny nebo při použití pouhé vody je možné toto průtočné množství zvýšit. Jestliže průtočné množství přesáhne 8000 l/hod., je možné spojit dvě rozváděcí trubky uprostřed T-kusem. Tak se dosáhne objemového toku ve výši 16 000 l/hod.



Obr. 62 Mosazný rozdělovač
RAUGEO

Upozornění:

Mosazné rozdělovače smějí být použity pouze pro systémy s vodou nebo směsí voda/glykol. Pokud bude použito médium podporující korozi, měly by se použít rozdělovače z umělé hmoty. U zařízení, kde není dostatek místa pro standardní rozdělovač, je nutné použít rovněž plast.

Ceny plastových rozdělovačů na objednávku.



Obr. 63: Plastový rozdělovač

5.7.4 Rozdělovač pro sondy na zemní teplo

Přítok a vratný tok sondy lze vždy v její hlavě spojit s trubicí Y, nebo je lze zavést k rozdělovači jednotlivě.

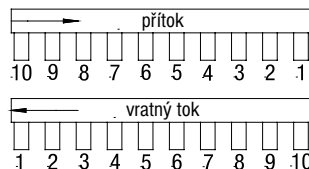
Pokud nelze zaručit stejnou délku trubky sondy k rozdělovači, je nutné použít regulátory průtoku. V případě použití směsi voda/glykol slouží regulátor průtoku pouze k regulaci jednotlivých okruhů, nikoli k určení průtočného množství. Důvodem je vysoká hustota a viskozita směsi voda/glykol.



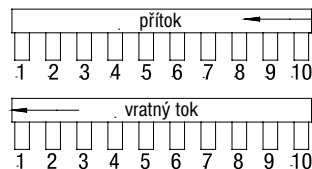
Obr. 64: Regulátor průtoku

5.7.5 Trubní přípojka rozdělovače

Aby všechny trubky rozdělovačů pro kolektory/sondy byly rovnoměrně průtočné, měly by být napojeny podle Tichelmannova principu. Viz obr. 66 a 67.



Obr. 65: Jednostranný přítok a vratný tok



Obr. 66: Střídavý přítok a vratný tok

5.7.6 Přípojka rozdělovače

Rozdělovač může být namontován ve vodorovné nebo svislé poloze. Trubky před připojením na rozdělovač by měly být položeny v oblouku 90°. Pak nebudou síly trubky vyvolané změnami délky v důsledku teploty působit na rozdělovač, ale budou kompenzovány právě v tomto oblouku. Při montáži rozdělovače ve světlíku je třeba zabránit tomu, aby trubky RAUGEO přiléhaly ke stěně domu. Podložka ze 4 cm silné desky z tvrdé pěny zabrání tomu, aby do stěny pronikala vlhkost z kondenzátu a aby nemohlo dojít k poškození trubky v případě změny její délky.

5.7.7 Rozdělovač pro energetické piloty

Připojení energetických pilot RAUGEO na trubní rozvodnou síť lze provést analogicky jako u plošných vytápěcích a chladicích systémů REHAU pomocí rozdělovače topného a chladicího okruhu.

Pro uzavírání a regulaci se doporučují kulové kohouty a regulátory průtoku.

Při návrhu je nutné počítat s max. tlakovou ztrátou 300 mbarů/okruh. Okruhy by měly být přibližně stejně velké.

Položením rozvodného potrubí metodou podle Tichelmanna se pak dosáhne prakticky stejnoměrné ztráty tlaku.

5.8 Teplonosné médium

5.8.1 Obecně

Pro tepelná čerpadla je do vody nutné přidat určitý podíl glykolu, aby se zabránilo zamrzání teplonosného média.

Systémy provozované v oblastech bez mrazu nemusejí být glykolem doplňovány, jsou-li trubky bezpečně uloženy v nezamrzném prostoru.

Před naplněním systému je nutné vědět, na jakou teplotu je třeba nastavit teplonosné médium. U tepelných čerpadel to zpravidla bývá teplota mezi 10 °C až 20 °C. Nemrznoucí kapalina RAUGEO se dodává jako koncentrát a mísí se s vodou podle údajů v následující tabulce.

Pozor: Přidávaná voda by podle DIN 2000 neměla obsahovat více než 100 mg chloru/kg.

Glykoly REHAU obsahují inhibitory koroze, aby byly chráněny ocelové části zařízení. Aby obsah těchto inhibitorů byl v glykolu dostačující, nesmí nemrznoucí podíl u etylenglykolu poklesnout pod 20 %. Podíl glykolu by však měl být co nejnižší, aby nebylo nutné zvyšovat výkon čerpadla.

Směšovací poměry:

Etylenglykol:		
-10 °C	22 % Etylenglykol	78 % vody
-15 °C	29 % Etylenglykol	71 % vody
-20 °C	35 % Etylenglykol	65 % vody

Pozor: Glykol nejprve v nějaké nádobě smíchejte s vodou a teprve potom nalijte do potrubí. Při samostatném nalévání vody a glykolu není zaručeno dokonalé smísení a mohlo by dojít k poškození zařízení mrazem.

Nastavenou teplotu můžete kontrolovat měřičem ochrany proti mrazu.

Pozor: U glykolů na bázi etylenu je nutné použít vhodný měřič ochrany proti mrazu.

Každý trubicí okruh vypláchněte běžným sacím čerpadlem tak, aby v něm nezůstal žádný vzduch. K tomu se použije otevřená nádoba.

5.8.2 Plnění sond na zemní teplo

Sondy na zemní teplo se při osazování zpravidla plní vodou. Při plnění směsí voda/glykol je nutné dbát na to, aby byla předem dokonale odstraněna veškerá solanka. Pokud to není možné, musí být koncentrace solanky patřičně zvýšena. Potřebný objem se vypočte podle tabulky 9.

Upozornění:

U směsi glykol/voda je nutné každý rok zkontrolovat hodnotu pH, aby byla zajištěna dobrá ochrana proti mrazu. Hodnota pH by měla být v neutrální oblasti – kolem 7.

Rozměry d x s [mm]	Objem [l/m]
20 x 1,9	0,20
25 x 2,3	0,32
32 x 2,9	0,54
40 x 3,7	0,83
50 x 4,7	1,30
63 x 5,8	2,10
75 x 6,8	2,96
90 x 8,2	4,25
110 x 10	6,36
125 x 11,4	8,20
140 x 12,7	10,31
160 x 14,6	13,43

Tab. 9: Vnitřní objem trubky

5.9 Zásyp stavební jámy, eventuálně rýhy pro potrubí

5.9.1 Obecně

Pokud teplota potrubí v důsledku přímého slunečního záření výrazně přesahuje teplotu rýhy pro potrubí, musí být potrubí před definitivním zásypem lehce zakryto, aby při pokládání nedocházelo k deformacím. Na rozdíl od DIN EN 1610 lze pro zónu potrubí a zásyp zbývající rýhy použít u trubek RAUGEO collect PE-Xa výkopek, jestliže:

- je materiál zhutnitelný,
- není překročena max. velikost zrna 63 mm,
- na trubce nebudou položeny žádné kameny, které by ji mohly stlačovat.

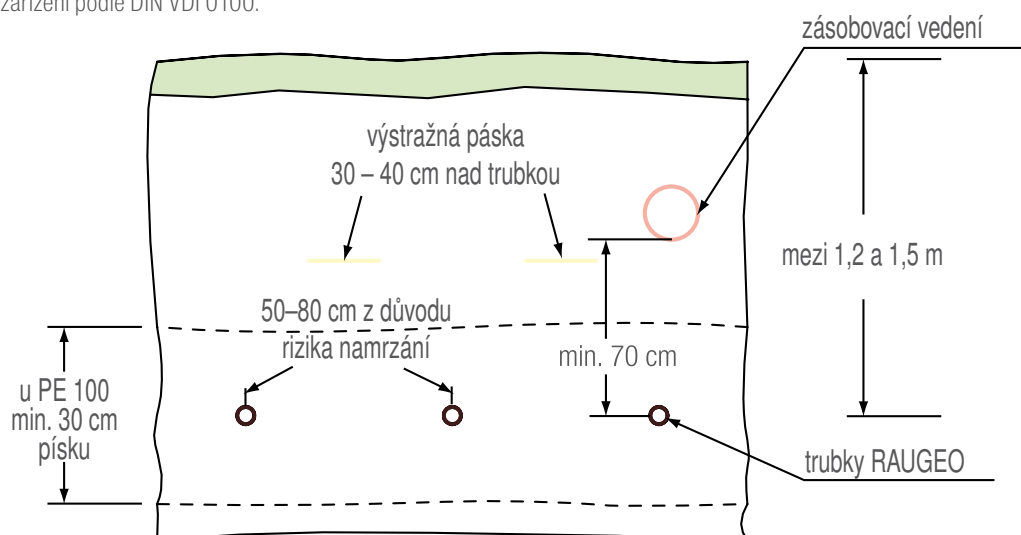
V zóně potrubí je tedy možné použít drobný štěrk, recyklovanou stavební suť a mletou škváru.

V prostoru silničních těles musí být zbytkový zásyp rýhy pro potrubí proveden podle ZTV A-StB 97 „Doplňkové smluvní podmínky a směrnice pro výkopy v dopravních plochách“.

Upozornění: Trubky RAUGEO collect PE 100 musejí být vždy zasypány pískem.

Vyrovnání napětí

Trubky RAUGEO nesmějí být používány jako zemnič pro elektrická zařízení podle DIN VDI 0100.



Obr. 67: Vzdálenost při pokládání s polohou výstražné pásky

5.9.2 Skladování ve venkovním prostoru

Trubky RAUGEO mohou být ve střední Evropě skladovány ve venkovním prostoru bez jakékoliv ochrany po dobu jednoho roku, aniž by došlo k ovlivnění jejich životnosti. Při delší době skladování nebo v místech se silným slunečním zářením, např. u moře, v jižních státech nebo ve výškách nad 1500 m n. m. musejí být chráněny. Je třeba zabránit kontaktu se škodlivými médii (viz příloha 1 k DIN 8075).

Pokud bude rozdělovač uložen pod světlíkem, musí být mříž zakryta na ochranu před UV zářením, protože plastové trubky jsou proti tomuto záření stabilizovány pouze na dobu obvyklou pro skladování, nikoli na celá desetiletí.

6 ZAVEDENÍ DO BUDOVY

6.1 Izolace

Protože teplotní médium bývá zpravidla vždy chladnější než teplota v místnosti s tepelnými čerpadly, je nutné trubky v místě instalace chránit proti tvorbě kondenzátu a podle DIN 4140 je parotěsně izolovat.

Trubní spony s nosiči potrubí musí být provedeny jako izolační tělesa. Tím se zabrání vytváření chladových mostů mezi sponou a izolací.



Obr. 68: Nosič trubky

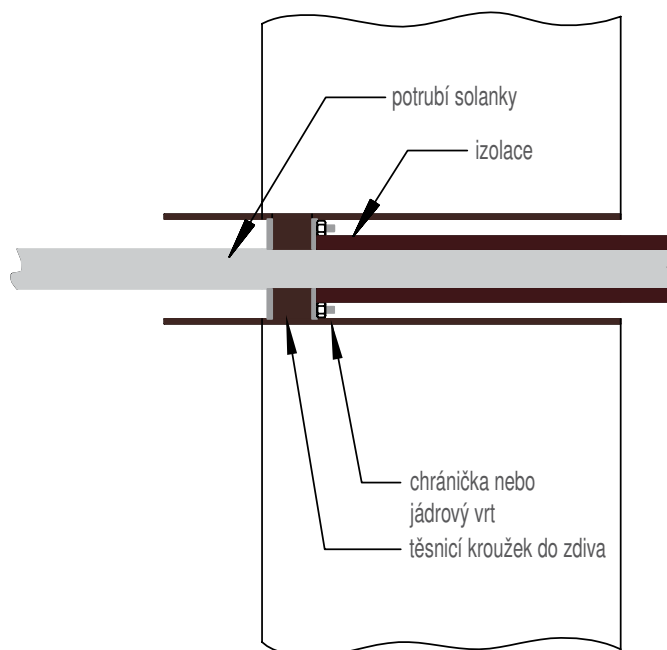
6.2 Zavedení do domu

Rovněž zavedení do domu musí být provedeno v souladu s DIN 4140.

Podle tohoto předpisu musí být trubka procházející stěnou izolována proti opocení.

Průchodky stěnami RAUGEO jsou tvořeny těsnicím kroužkem, který lze použít i na ochranu proti tlakové vodě. Utěsnění trubek se provádí v plynulé návaznosti na venkovní stěnu (viz obr. 69). Trubka procházející chráničkou (jádrovým vrtem se izolací REHAU utěsní tak, aby byla parotěsná).

Trubka přepravující médium se uloží do chráničky jádrového vrtu. Těsnicí kroužek se utáhne vhodným utahovacím momentem (viz ceník). Izolace se potom přetáhne přes trubku zevnitř směrem k těsnicímu kroužku. Konec izolace na straně těsnicího kroužku musí být potřen lepidlem, aby bylo zajištěno bezpečné spojení.



Obr. 69: Zavedení do domu

7 VÝPOČET TLAKOVÉ ZTRÁTY

7.1 Obecně

Tepelná čerpadla musejí pracovat se směsí voda/glykol, která brání zamrznutí teplotnosného média. Nejnižší teplota vzniká právě v tepelném čerpadle. Podle typu se tato teplota pohybuje mezi -10 °C a -20 °C , přičemž potrubí nesmí být provozováno při teplotě -5 °C .

Pro správné složení směsi voda/glykol kontaktujte výrobce tepelného čerpadla.

7.2 Návrh

Směs voda/glykol má vyšší viskozitu a hustotu než voda. Proto je nutné při výpočtu tlakové ztráty uvažovat podíl glykolu ve vodě. Tabulky REHAU pro výpočet tlakové ztráty umožňují zahrnout do návrhu různé podíly glykolu a rovněž vodu bez glykolu. U tabulek pro výpočet ztráty tlaku pro směs solanka/voda se předpokládá provozní teplota -5 °C , u čisté vody $+15\text{ °C}$.

Do výpočtu tlakové ztráty se zahrnuje potrubí, tvarovky, rozdělovače a výměníky tepelných čerpadel.

8 POTŘEBNÁ POVOLENÍ

8.1 Báňské právo

Podle § 3 odst. 3 bod 2 písmeno b) Báňského zákona (BbergG) je zemní teplo rovnocenné těženému nerostnému bohatství.

8.2 Vodní právo

8.2.1 Obecně

Při plánování, výstavbě a provozu energetických zařízení využívajících teplo z podloží je nutné dodržovat vodoprávní ustanovení a urbanistické zásady plánování. Platí ustanovení zákona o vodním hospodářství (WHG) společně s vodními zákony zemí a správními předpisy, které z nich vycházejí.

8.2.2 Vodoprávní řízení, realizace

Práce, při kterých se proniká do země, nevyžadují zpravidla žádné vodoprávní povolení nebo schválení. Pokud se však při nich očekává odkrytí nebo ovlivnění podzemních vod, musí být tyto práce přinejmenším oznámeny vodoprávnímu orgánu podle § 35 WHG ve spojení s místními zemskými úpravami.

(V Bavorsku např. čl. 34 odst. 1 a BayWG.)

8.2.3 Tepelná čerpadla s kolektory na zemní teplo

- a) Vodoprávní využívání stavbou nebo provozem takových zařízení může ve výjimečných případech splňovat skutkový stav vyžadující povolení podle § 3 odst. 2 bod 2 WHG, a to bez ohledu na to, zda bude při stavbě zastižena podzemní voda či nikoliv. To se v konkrétních případech posuzuje podle technických údajů zařízení a hydrogeologických podmínek. Může být tedy potřebné oznámení podle § 35 WHG ve spojení s místními zemskými předpisy.
- b) Vodohospodářské cíle:
- Stavba může být schválena, i když se v předpokládané hloubce uložení kolektorů nachází podzemní voda, pokud se jedná o volnou hladinu. Kolektory na zemní teplo s přímým odpařováním musejí být uloženy zcela nad nejvyšší hladinou podzemní vody. Trubky RAUGEO nesmějí být pro přímé odpařování používány.
 - Teplonosné médium musí splňovat požadavky VDI 4640, list 1, odstavce 8.2 a 8.3.

8.2.4 Tepelná čerpadla se sondami na zemní teplotu/energetickými pilotami

Pouhé provedení vývrtu nevyžaduje zpravidla žádné vodoprávní povolení. Oznámení o provádění vývrtů může být podle § 35 WHG ve spojení se zemským právem potřebné tehdy, očekává-li se vliv na podzemní vody.

8.2.5 Příslušné normy, směrnice, předpisy atd.

Německé normy

DIN 4021

Stavební podloží – otevření kutáním a vrtáním a rovněž odběry vzorků.

DIN 4022

Stavební podloží a podzemní voda – názvy a popis zemin a hornin

Díl 1: Seznam vrstev pro vrtání bez průběžného získávání jádrových vzorků z půdy a horniny

Díl 2: Seznam vrstev pro vrtání do skály (hornina)

Díl 3: Seznam vrstev pro vrtání s průběžným získáváním jádrových vzorků z půdy (nakypřená hornina)

DIN 4023

Vrtání do stavebního podloží a vody; Výkresová dokumentace výsledků

DIN 4030

Posouzení vod, zemin a plynů agresivních vůči betonu

Díl 1: Podklady a limitní hodnoty

Díl 2: Odběr a analýza vzorků vody a zemin

DIN 4049

Hydrologie

Díl 1: Základní pojmy

Díl 2: Pojmy týkající se vlastností vod

Evropské normy

DIN EN 255

Kondicionéry vzduchu, soupravy pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněným kompresorem pro vytápění

Díl 1: Názvy, definice a označení

Díl 2: Zkoušky a požadavky na označování přístrojů pro vytápění prostor

Díl 4: Požadavky na přístroje pro vytápění prostor a ohřívání užitkové vody

DIN EN 378

Chladicí jednotky a tepelná čerpadla – bezpečnostně technické a ekologické požadavky

Díl 1: Základní požadavky

Díl 2: Všeobecné definice

Díl 3: Klasifikace chladicích jednotek, chladiv a prostor pro instalaci

Díl 4: Výběr chladiv

Díl 5: Konstrukce, výroba a materiály

DIN EN 1861

Chladicí jednotky a tepelná čerpadla – systémová schémata a schémata uspořádání potrubí a nástrojů, symboly.

Směrnice

VDI 4640 Tepelné využití podloží

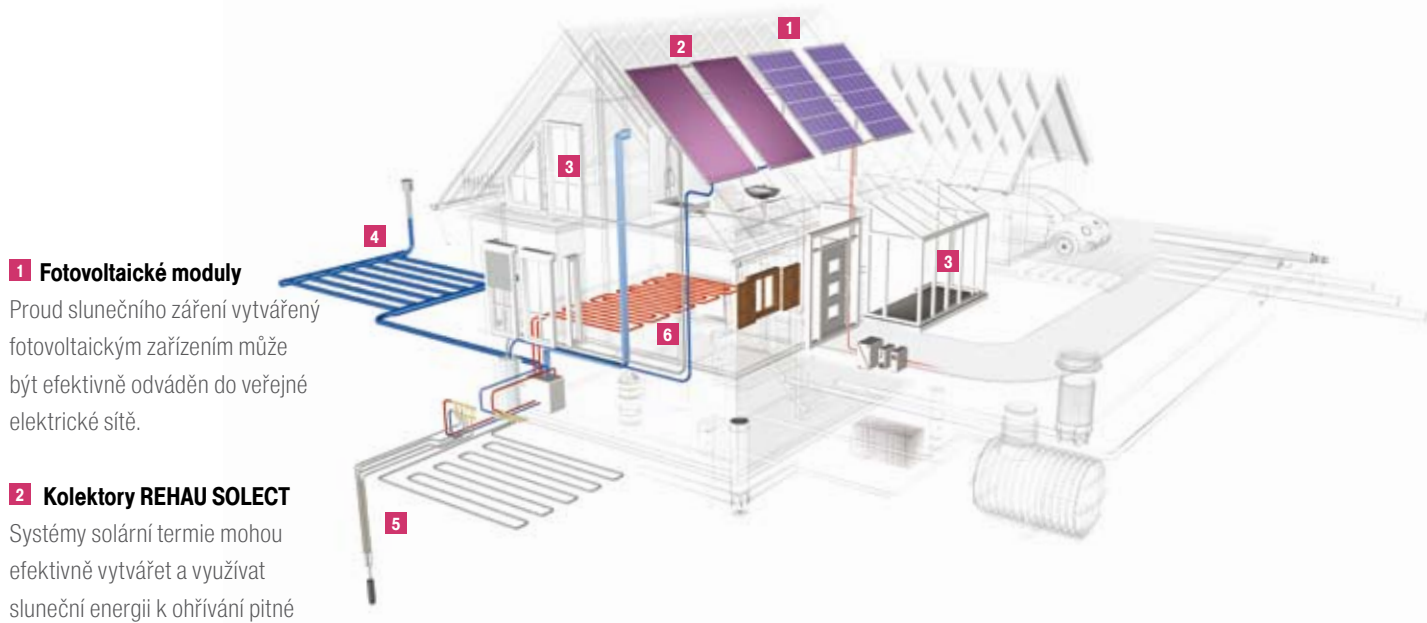
List 1: Podklady, povolení, ekologické aspekty

List 2: Tepelná čerpadla spojená se zemí

List 3: Podzemní zásobníky tepelné energie

List 4: Přímé užívání

CESTA K ENERGETICKY IDEÁLNÍMU DOMU



1 Fotovoltaické moduly

Proud slunečního záření vytvářený fotovoltaickým zařízením může být efektivně odváděn do veřejné elektrické sítě.

2 Kolektory REHAU SOLECT

Systémy solární termie mohou efektivně vytvářet a využívat sluneční energii k ohřívání pitné vody a na podporu vytápění.

3 Certifikované systémy pasivních domů

Tepelná izolace par excellence – dokonale tepelně izolovaný certifikovaný systém pro stavební hloubku 120 mm REHAU Clima-Design a první a jediné plastové dveře pro pasivní domy, certifikované PHI Darmstadt.

4 Výměník vzduch–zemní teplo AWADUKT Thermo

Výměník vzduch–zemní teplo je ideálním doplňkem kontrolovaného větrání. Díky využívanému zemnímu teplu se nasávaný venkovní vzduch v zimě předehřívá a v létě opět ochlazuje na příjemnou teplotu.

5 Sondy a kolektory na zemní teplo RAUGEO

Efektivní vytápění a ochlazování pomocí zemního tepla.

6 Plošné vytápění/ochlazování REHAU

Topné a chladicí systémy pro všechny případy použití: pro podlahy, stěny a stropy, pro mokré i suché stavební technologie. Podporováno geotermií. Systémy jsou do značné míry nezávislé na klimatických podmínkách a poskytují výrazný příspěvek k šetření přírodními zdroji.

Naše ústní i písemné technologické konzultace vycházejí z našich zkušeností a jsou poskytovány podle nejlepšího vědomí, avšak pouze jako nezávazné rady. Pracovní a místní podmínky, které nemůžeme ovlivnit, vylučují možnost vyvozovat z našich rad jakékoliv nároky.

Doporučujeme předem přezkoumat, zda je produkt REHAU vhodný pro zamýšlený účel. Vlastní užívání a práce s produkty probíhá mimo naši kontrolu, tedy výhradně na odpovědnost uživatele. Pokud by se přesto vyskytl problém odpovědnosti, bude řešen výhradně podle našich dodacích a platebních podmínek, uveřejněných na www.rehau.de. Totéž platí pro jakékoliv nároky ze záruky, přičemž záruka se vztahuje výhradně na trvalou kvalitu našich produktů podle našich specifikací.

REHAU, s. r. o., Obchodní 117, 251 70 Čestlice, tel.: +420/272 190 111, +420/272 190 136, fax: +420/272 190 195, vsu@rehau.com, www.rehau.cz

REHAU, s. r. o., Vídeňská 122, 619 00 Brno, tel.: +420/547 425 580, fax: +420/547 425 591, brno@rehau.com, www.rehau.cz

REHAU, s. r. o., Kopčianská 82A, P.O. BOX 131, 850 00 Bratislava 5, tel.: +421/2/68 20 91-17-18-48, 38-75, fax: +421/2/63 81 34 22, bratislava@rehau.sk, www.rehau.sk