

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE



Fakulta: Technická fakulta

Studijní obor: TZSN

Diplomová práce

Regenerace horizontálního zemního výměníku zdroje energie pro tepelné čerpadlo

Vypracoval: Martin Paskal

Vedoucí bakalářské práce: Adamovský Radomír, prof. Ing., DrSc.

Datum: 6. dubna 2014

Čestné prohlášení:

Čestně prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Regenerace horizontálního zemního výměníku – zdroje energie pro tepelné čerpadlo“ jsem vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění s použitím parametrů a literatury uvedených v seznamu literatury.

V Praze dne 6. dubna 2014

.....

Martin Paskal

Poděkování:

Touto cestou bych rád poděkoval panu prof. Ing. Radomíru Adamovskému, DrSc. za jeho odborné vedení, cenné připomínky, ochotu a trpělivost při zpracování této diplomové práce a panu doc. Ing. Pavlu Neubergerovi, Ph.D. za pomoc při technickém zpracování dat a vytváření grafického ztvárnění.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra mechaniky a strojnictví

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Paskal Martin

Technologická zařízení staveb

Název práce

Regenerace horizontálního zemního výměníku – zdroje energie pro tepelné čerpadlo

Anglický název

Regeneration of horizontal ground heat exchanger - an energy source for heat pump

Cíle práce

Analýza teplot půdního masivu s horizontálními zemními výměníky, využívanými jako zdroje energie pro tepelná čerpadla. Vyhodnocení schopností regenerace půdního masivu v období stagnace výměníků.

Metodika

- Analýza současných poznatků o rozdělení teplot v půdním masivu s horizontálními výměníky a možnostech regenerace půdního masivu.
- Vyhodnocení literárních poznatků.
- Návrh metodiky ověřování.
- Realizace ověřování.
- Vyhodnocení výsledků ověřování.

Osnova práce

1. Úvod.
2. Analýza současného stavu řešení problematiky v ČR a zahraničí.
3. Metodika.
4. Výsledky a diskuse.
5. Závěr.

Rozsah textové části

40 str. včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

výměník tepla; zemní masiv; tepelné charakteristiky masivu; teploty půdy; energetický potenciál půdy.

Doporučené zdroje informací

Šed'ová M., Adamovský R., Neuberger P. Analysis of ground massif temperatures with horizontal heat exchanger. Research in Agricultural Engineering, 2013, 59/3. 91-97.

Brandl H. Energy foundations and other therma – active ground structures. Géotechnique 2006, 2. 81 – 122.

Banks D. An Introduction to Thermogeology: Ground Source Heating and Cooling. 2nd ed.; Publisher: John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, West Sussex, United Kingdom of Great Britain, 2012; 572 p.

Brandtl H. Energy foundations and other therma – active ground structures. Géotechnique 2006, 2. 81 – 122.

Congedo P M.; Colangelo G.; Starace G. CFD simulations of horizontal ground heat exchangers: A comparison among different configurations. Applied Thermal Engineering 2012, 33–34. 24–32.

Vedoucí práce

Adamovský Radomír, prof. Ing., DrSc.

Termín zadání

listopad 2012

Termín odevzdání

duben 2014

Elektronicky schváleno dne 31.3.2014

prof. Ing. Radomír Adamovský, DrSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 2.4.2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Anotace: Tato diplomová práce se zabývá monitorováním a analýzou změn teplot zemního masivu při využívání horizontálních lineárních výměníků a výměníků typu Slink, které slouží jako prostředek při odebrání tepelné energie pro tepelná čerpadla. Hlavním cílem je posoudit způsoby regenerací a vyhodnotit jejich energetický potenciál po regeneraci zemního masivu v průběhu období stagnace výměníku. Výsledky ověření prokázaly, že teploty zemních masivů v topném období byly kladné a energetický potenciál zemního masivu byl v průběhu období stagnace výměníku regenerován.

Klíčová slova: výměník tepla, zemní masiv, tepelné charakteristiky masivu; teploty; energetický potenciál

Abstract: The thesis focuses on the monitoring and the analysis of temperature changes of the soil mass while using horizontal linear exchangers and exchangers of the Slink type, which serve as a means of extracting thermal energy for heat pumps. The main objective is to consider the ways of regeneration and evaluate their energetic potential after the regeneration of the soil mass during the period of stagnation of the exchanger. The results of the verification show that the temperatures of the soil mass in the heating period were positive and the energetic potential of the soil mass underwent regeneration in the course of the stagnation period of the exchanger.

Key words: heat exchanger, soil mass, thermal characteristics of soil mass; temperatures; energetic potential

Obsah:

1.	ÚVOD	7
2.	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ŘEŠENÍ V ČR A ZAHRANIČÍ	8
2.1.	TEPELNÉ ČERPADLO.....	8
2.1.1.	<i>Technický princip tepelného čerpadla.....</i>	8
2.1.2.	<i>Dělení tepelných čerpadel.....</i>	9
2.1.2.1.	Tepelné čerpadlo vzduch/voda.....	10
2.1.2.2.	Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch.....	11
2.1.2.3.	Tepelné čerpadlo voda/voda	11
2.1.2.4.	Tepelné čerpadlo země/voda.....	12
2.1.3.	<i>Způsoby provozu tepelných čerpadel.....</i>	13
2.1.3.1.	Monovalentní způsob provozu	13
2.1.3.2.	Bivalentní způsob provozu	13
2.1.3.3.	Monoenergetický způsob provozu.....	13
2.2.	HORIZONTÁLNÍ PLOŠNÉ KOLEKTORY.....	14
2.2.1.	<i>Systémy uložení horizontálních plošných kolektorů.....</i>	14
2.2.1.1.	Instalace kolektorů.....	15
2.3.	REGENERACE ZEMNÍCH HORIZONTÁLNÍCH KOLEKTORŮ	17
2.3.1.	<i>Složení půdy a tepelné vlastnosti.....</i>	17
2.3.2.	<i>Způsoby regenerace.....</i>	18
2.3.2.1.	Regenerace solární energií.....	18
2.3.2.2.	Regenerace reverzním chodem	21
2.3.2.3.	Regenerace dešťovými srážkami.....	24
3.	METODIKA	27
3.1.	MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE	27
3.2.	CHARAKTERISTIKA ZEMNÍHO VÝMĚNÍKU TYPU SLINK	28
3.3.	CHARAKTERISTIKA ZEMNÍHO LINEÁRNÍHO VÝMĚNÍKU	29
4.	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	31
4.1.	MĚŘENÍ TEPELNÝCH CHARAKTERISTIK	31
4.2.	VLASTNOSTI TEPLONOSNÉ KAPALINY	31
4.1.	PARAMETRY OVLIVŇUJÍCÍ REGENERACI	34
4.1.1.	<i>Tepelné odpory trubky výměníku.....</i>	37
4.2.	PRŮBĚHY TEPLIT U ZEMNÍHO VÝMĚNÍKU TYPU SLINK.....	39
4.3.	PRŮBĚHY TEPLIT U ZEMNÍHO LINEÁRNÍHO VÝMĚNÍKU	41
4.4.	POROVNÁNÍ PRŮBĚHŮ TEPLIT U MĚŘENÝCH VÝMĚNÍKŮ	44
5.	ZÁVĚR.....	46
6.	SEZNAM LITERATURY	47
7.	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	49
8.	SEZNAM POUŽITÝCH JEDNOTEK	50
9.	PŘÍLOHY	51
10.	SEZNAM PŘÍLOH.....	70

1. Úvod

Ekologické požadavky neustále stoupají a dávají tak prostor pro uplatnění alternativních zdrojů energie. Jednou z těchto alternativních možností, která nezatěžuje životní prostředí nebo její dopad na životní prostředí během provozu je minimální jsou právě tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla patří v posledních letech k hojně používanému zdroji tepelné energie pro vytápění nejen rodinných domů, ale také administrativních budov a postupně začínají nacházet své uplatnění i v zemědělství a jiných odvětvích průmyslu. Za jejich rozšiřováním stojí nejen ekologické požadavky, nižší spotřeba energie oproti jiným otopným systémům, ale také dotace od státu v podobě finanční podpory z programu “Zelená úsporám”.

V této práci se budeme zabývat tepelnými čerpadly, která využívají pro získávání tepelné energie zemní výměníky. Konkrétně se zaměříme na horizontální zemní lineární výměníky a výměníky typu Slin, u nichž budeme porovnávat průběhy teplot za časový úsek jednoho roku.

U zmiňovaných tepelných čerpadel budeme monitorovat a analyzovat teploty v zemním masivu v návaznosti na možnosti ovlivnění okolním prostředím. Cílem této práce je zhodnotit nutnost a možnosti regenerace horizontálních zemních výměníků tepelných čerpadel, posoudit hrozbu dosažení záporných teplot a zhodnotit, který ze sledovaných výměníků má případné riziko dosažení záporných teplot nižší. V případě, kdy dojde k dosažení záporných teplot v zemním masivu se topný faktor, tedy poměr mezi získanou a dodanou energií, dostává k hodnotě 1, čímž dochází k neekonomickému provozu.

Po vyhodnocení sledovaných výměníků bude cílem zjistit, zda k regeneraci zemního masivu po topném období postačují přirozené klimatické procesy nebo je nutné přistoupit k aktivní regeneraci.

2. Analýza současného stavu řešení v ČR a zahraničí

2.1. Tepelné čerpadlo

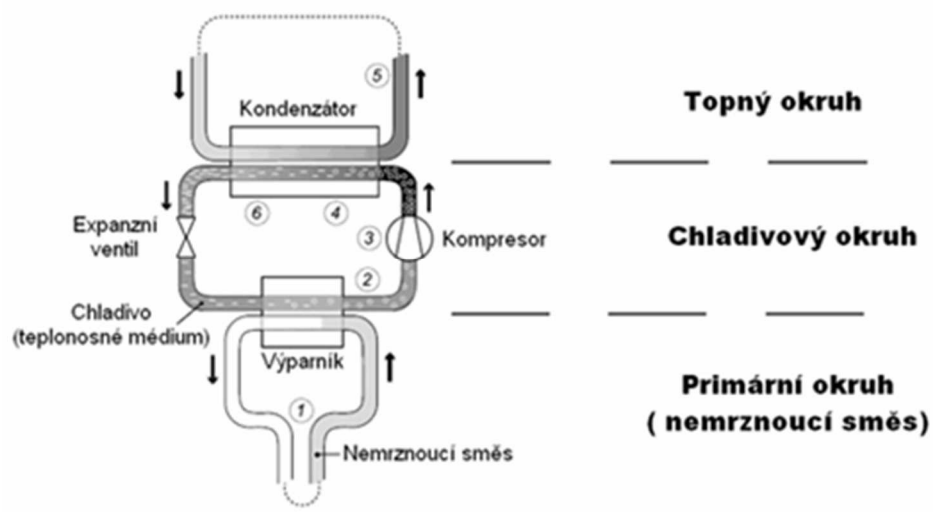
Tepelná čerpadla lze zařadit mezi alternativní zdroje energie. Odjímání tepla z okolního prostředí, kterým může být voda, vzduch nebo země je hlavním principem získávání tepla využívaného pro vytápění, ohřev teplé užitkové vody nebo přivádění tepla do technologických procesů.

Základní myšlenku umožňující funkci tepelného čerpadla vyslovil již v roce 1852 anglický fyzik Lord Kelvin a to ve své druhé termodynamické větě. Druhá věta termodynamiky se skládá z několika částí, tou nejdůležitější pro vznik tepelného čerpadla je tvrzení, že teplo se šíří vždy ve směru od teplejší ke studenější části (za předpokladu dodání další energie).

První tepelné čerpadlo se podařilo sestrojít americkému vynálezci Robertu C. Weberovi, který se údajně popálil o výstupní potrubí mrazícího stroje. Tato nehoda vynálezce inspirovala, začal experimentovat a propojil testovací mrazák s bojlerem a využívat tak teplo pro ohřev vlastního domu. Dalším počinem bylo úspěšné sestrojení tepelného čerpadla využívajícího teplo ze zemních kolektorů.[1]

2.1.1. Technický princip tepelného čerpadla

Základním principem tepelného čerpadla jsou tři kapalinové okruhy, kterými jsou topný okruh, chladivový okruh a primární okruh viz obr. 1.



Obr. 1 - Základní princip tepelného čerpadla [2]

Technicky se tepelné čerpadlo skládá ze čtyř základních částí a to jsou výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Nemrznoucí směs, kterou je nejčastěji směs etylakoholu a vody, proudící v primárním okruhu odebírá teplo z venkovního prostředí, kterým může být voda, vzduch nebo zemní a horninový masiv. Kapalina s nízkopotenciálním teplem proudí do výparníku, kde je teplo předáno do chladivového okruhu. Chladivo nebo-li pracovní médium se ve výparníku vypaří a vznikající plyn je nasáván do kompresoru, kde dochází ke stlačení a tím ke zvýšení tlaku. Se zvyšujícím se tlakem se na základě fyzikálních zákonů zvyšuje i teplota s ohledem na druh chladiva. Teplota chladiva stoupá k cca 80°C a takto ohřáté chladivo putuje do kondenzátoru, jehož funkcí je předat teplo z chladiva do topného okruhu, kterým se ohřívá topná voda, teplá užitková voda nebo jiné požadované médium. V kondenzátoru zároveň dochází ke zkapalnění chladiva, které proudí přes expanzní ventil zpět do výparníku. V místě expanzního ventilu dojde k prudkému poklesu tlaku a prudkému ochlazení. Celý cyklus se opakuje a tím je umožněn přenos tepla z venkovního prostředí.[1][2]

2.1.2. Dělení tepelných čerpadel

Jak bylo již zmíněno, tepelné čerpadlo využívá tepla z venkovního prostředí, kterým může být vzduch, země nebo voda. Zkrácené označení tepelných čerpadel vychází z toho, odkud se teplo odebírá a jaké látce se teplo předává. Právě na základě využívaného prostředí a druhu ohřívání látky lze tepelná čerpadla rozdělit do několika kategorií:

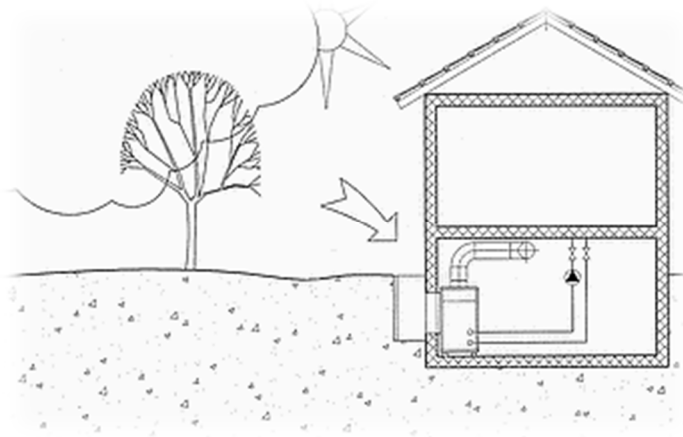
- vzduch/voda
- vzduch/vzduch
- voda/voda
- země/voda.[3]

2.1.2.1. Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Tepelné čerpadlo vzduch/voda využívá tepla obsaženého ve venkovním vzduchu a teplo je předáváno přes chladicí kapalinu do kapalinového okruhu (topné vody). Tento typ čerpadla lze konstruovat ve třech variantách. Nejčastěji využívanou variantou je samostatná venkovní a vnitřní jednotka. V této variantě je venkovní jednotka opatřena ventilátorem a je propojena s vnitřní jednotkou izolovaným potrubím s proudící nemrznoucí směsí, nebo-li primární okruh.

Další variantou je kompaktní provedení venkovní jednotky, kdy je celé tepelné čerpadlo umístěno ve venkovním prostředí, odkud je tepelné čerpadlo propojeno s objektem izolovaným potrubím, ve kterém proudí topná voda.

Třetí a poslední variantou je kompaktní provedení vnitřní jednotky, kdy je celé tepelné čerpadlo umístěno ve vnitřním prostředí viz obr. 2. Velkou nevýhodou tohoto řešení je potřeba dostatečného prostoru pro umístění tepelného čerpadla v objektu a nutnost sacího a výfukového potrubí, jehož průměr má cca 400 mm. Nasávaný a vyfukovaný vzduch se navzájem nesmí ovlivňovat. Pořizovací cena vnitřní kompaktní jednotky je nižší než vnější kompaktní jednotky, ale je potřeba zajistit potřebný prostor pro instalaci a vhodnou dispozici pro vzduchová potrubí.



Obr. 2 - tepelné čerpadlo vzduch/vzduch(voda) [3]

Mezi výhody tepelného čerpadla vzduch/voda patří především možnost aplikace téměř ve všech případech bez omezení místními podmínkami, jako je velikost pozemku či nemožnost zhotovení vrtů. Vyšší pořizovací cena samotné jednotky je kompenzována absencí zemních prací a budování vrtů, což způsobí nižší celkové pořizovací náklady oproti například tepelnému čerpadlu země/voda.

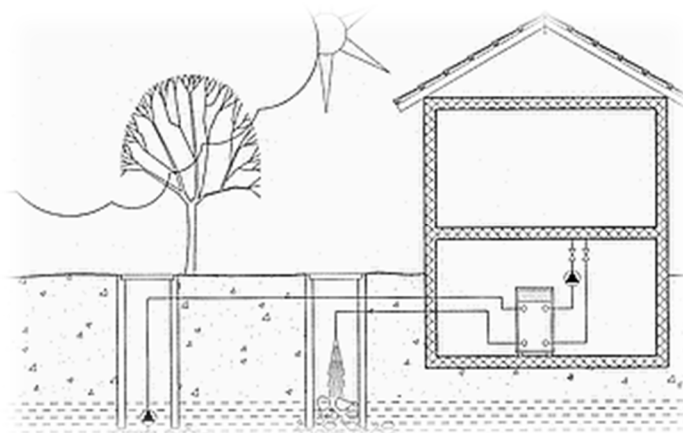
Nevýhodami tohoto způsobu realizace však může být hluk způsobený ventilátorem venkovní jednotky a závislost výkonu tepelného čerpadla na venkovní teplotě. Snížený výkon způsobený klesající venkovní teplotou má za následek nárůst potřeby elektrické energie.[3]

2.1.2.2. Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch

Tepelné čerpadlo vzduch/vzduch je téměř identické s tepelným čerpadlem vzduch/voda s jediným rozdílem a to je ohřev nikoli topné vody, ale topného vzduchu.[3]

2.1.2.3. Tepelné čerpadlo voda/voda

Tepelné čerpadlo voda/voda využívá tepla obsaženého ve vodě a teplo je předáváno přes chladicí kapalinu do kapalinového okruhu (topné vody). Lze využívat dva druhy zdrojů vody. Častěji využívaným zdrojem vody pro tepelné čerpadlo je studniční voda, kde je hlavním předpokladem dostatečná výška hladiny spodní vody po celý rok, kterou je nutné ověřit dlouhodobou čerpací zkouškou. Studniční voda je čerpána většinou ponorným čerpadlem, v tepelném čerpadle je ochlazena a vrácena zpět do vsakovací studny, která musí být v dostatečné vzdálenosti od čerpací studny viz obr. 3.



Obr. 3 - tepelné čerpadlo voda/voda s využitím studniční vody [3]

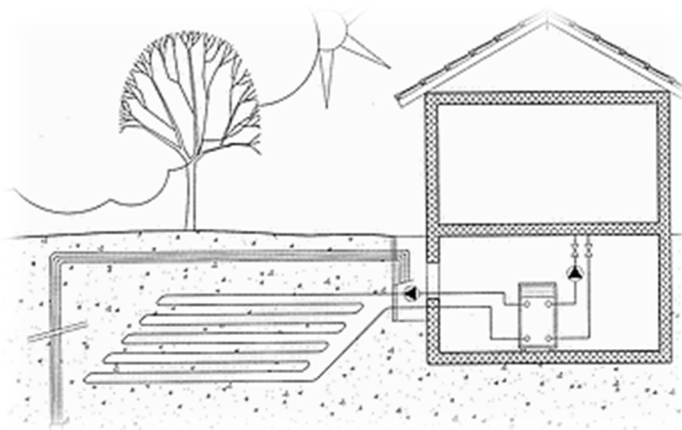
Hlavní výhodou tohoto tepelného čerpadla jsou nižší pořizovací náklady v porovnání s vrtly. Mezi nevýhody patří vysoké požadavky na kvalitu vody, její dostatečné množství, potřebnou teplotu.

Druhou variantou je využívání povrchových vod, jako jsou rybníky nebo řeky. V tomto případě se většinou na dno pokládají kolektory s proudící nemrznoucí kapalinou nebo se voda přímo čerpá obdobně jako u studniční vody.

Výhodou jsou nižší pořizovací náklady v porovnání s vrtly. Mezi nevýhody však patří poplatky za čerpání vody, problémy se znečištěním vody a možnost ovlivnění teploty vody a tím spojené ovlivňování flóry a fauny.[3]

2.1.2.4. Tepelné čerpadlo země/voda

Tepelné čerpadlo země/voda využívá tepla obsaženého v půdě a teplo je předáváno přes chladicí kapalinu do kapalinového okruhu (topné vody). Existují dvě možnosti realizace. Jednou z možností je využívat tepla z hloubkových vrtů, ve kterých je vložena plastová „U“ trubice s proudící nemrznoucí kapalinou viz obr. 4. Pro potřeby tepelného čerpadla o výkonu 10kW je potřeba vrt 120-180m. Jednotlivé vrtly mohou dosahovat hloubky až 300m a jejich rozestupy by měly být nejméně 10m.



Obr. 4 - tepelné čerpadlo země/voda [3]

Druhou variantou zemních kolektorů jsou plošné kolektory viz obr. 4. Tato práce je cílená právě na horizontální plošné kolektory, a proto jim bude věnován větší prostor a budou detailněji popsány.[3]

2.1.3. Způsoby provozu tepelných čerpadel

Velikost kolektoru tepelného čerpadla se volí s ohledem na požadovaný způsob provozu. Podle návrhu tepelného čerpadla můžeme rozdělit způsoby provozu na monovalentní, bivalentní a monoenergetický. [7]

2.1.3.1. Monovalentní způsob provozu

V případě monovalentního způsobu provozu je nutné provést návrh tepelného čerpadla jako samostatného zdroje tepla pro pokrytí zatížení celé budovy podle ČSN EN 1283. Principem tohoto způsobu provozu je, aby maximální výstupní teplota tepelného čerpadla byla vyšší, než je teplota výstupu z dimenzovaného systému a tepelné čerpadlo pokrylo 100% ztrát v nejchladnějším dnu v roce. [7]

2.1.3.2. Bivalentní způsob provozu

U bivalentního způsobu provozu je v topném systému navrženo dodatečné topné zařízení, kterým může být například plynový topný kotel. V případě, že by množství energie z tepelného čerpadla bylo nedostatečné, spouští se kotel, který je do systému zapojený sériově nebo paralelně a zajistí tak pokrytí potřebné energie. [7]

2.1.3.3. Monoenergetický způsob provozu

Tepelné čerpadlo je navrženo v monoenergetickém způsobu provozu na 80-95% roční potřeby tepla. Zbýlých 5-10% je pokryto záložním elektrickým dohřívačem. Tepelné čerpadlo se podílí na výrobě energie potřebné pro vytápění cca 92-98 %. [7]

2.2. Horizontální plošné kolektory

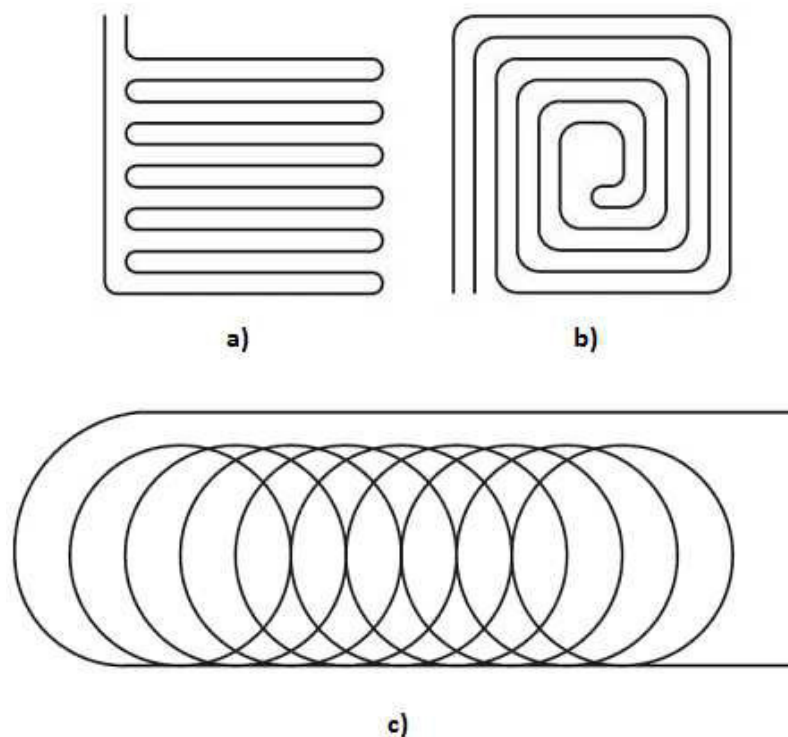
Plošné zemní kolektory jsou v praxi velmi často používané především díky nejmenší náročnosti na realizaci a financování. Neopomenutelnou výhodou je i úřední postup schvalování realizace. Pro realizaci plošného zemního kolektoru v současné době stačí pouhé ohlášení na stavební úřadě.

Podmínkou pro možnost realizace je dostatečně velký pozemek, který nebude v budoucnu zastavěn. Alternativou při nedostatečném prostoru mohou být i vertikální plošné kolektory, ale ty nejsou předmětem této práce, a proto se jimi v této práci nebudu více věnovat.[2]

2.2.1. Systémy uložení horizontálních plošných kolektorů

Většina zemních kolektorů je vyrobena z polyethylenového potrubí. Toto potrubí je nutné klást do nezámrazné hloubky, která je dána složením půdy z geologického průzkumu. V České republice se doporučuje hloubka 1,2-1,5m, ale je nutné ke každému kolektoru přistupovat individuálně a provést kvalifikovaný návrh, aby nedocházelo k promrzání půdy a omezování růstu porostu v místě kolektoru. Správná hloubka uložení ovlivňuje i regeneraci v období mezi topnými sezónami. Velmi důležitým parametrem při dimenzování kolektorů je plocha, která je mnohem důležitější než systém položení či vzdálenost jednotlivých smyček. Pokud by nedošlo ke správnému navržení plochy zemního kolektoru, nebylo by tepelné čerpadlo schopné získat potřebný tepelný výkon a vzrostla by tak spotřeba elektrické energie.

Horizontální plošné kolektory mohou být uloženy třemi způsoby viz obr. 5, kde je vyobrazeno lineární uložení potrubí (a), uložení do spirály (b), které ideálně rozloží čerpání energie, kdy je nejstudenější potrubí ohříváno nejteplejším a speciální uložení kolektoru tzv. slinky (c), které jsou vhodné do lokalit, kde je prostorové omezení pro pokládku.[1]



Obr. 5 - způsoby uložení plošných zemních kolektorů [1]

(a – lineární uložení, b – uložení do spirály, c – uložení typu Slink)

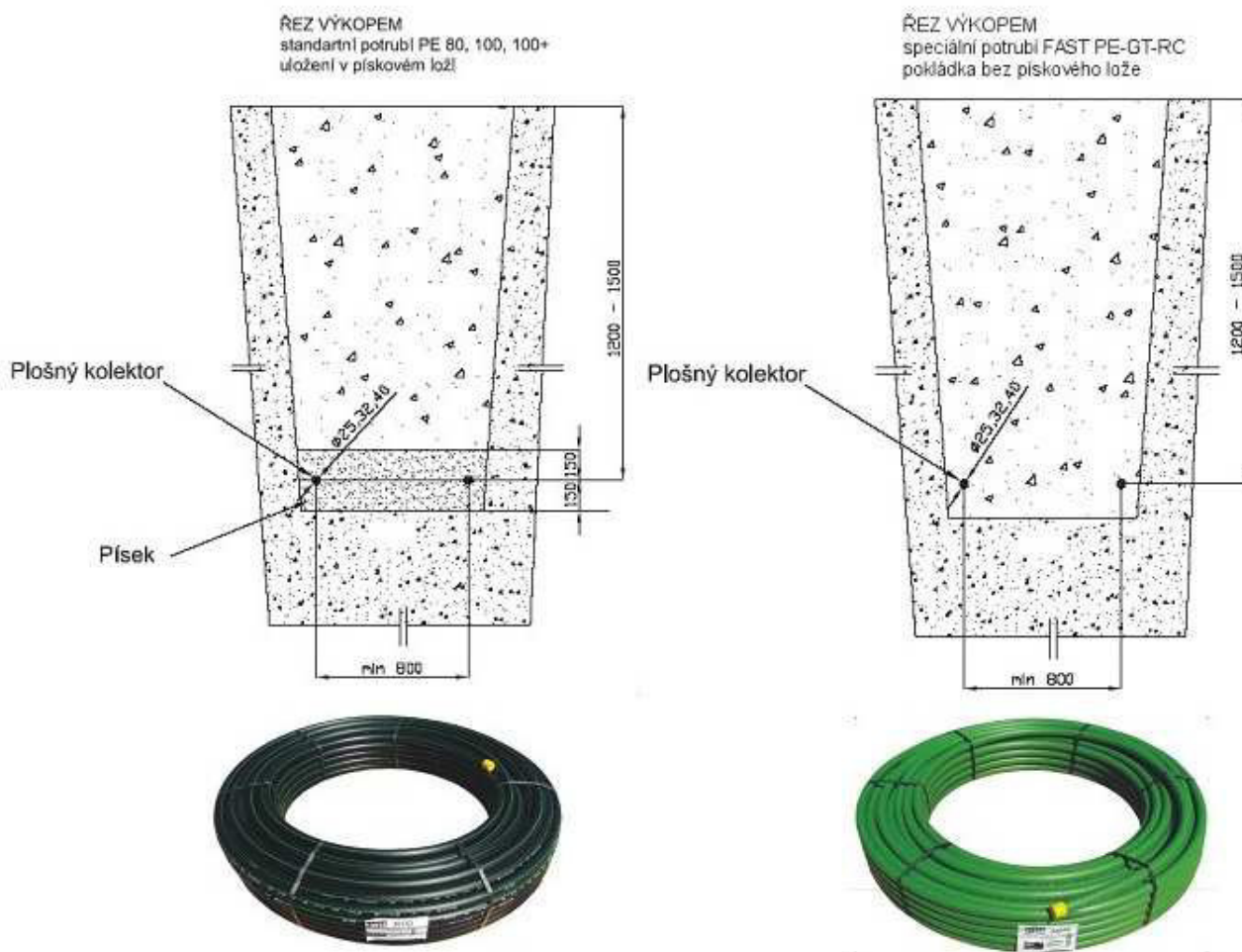
2.2.1.1. Instalace kolektorů

Kolektory je nutné do výkopů klást v nezámrazné hloubce, která se v České republice doporučuje v rozmezí 1,2 – 1,5 m s ohledem na typ a vlastnosti půdy. Různé druhy půd mají nejen rozdílné nezámrazné hloubky, ale jsou různé i odběry tepla viz tab. 1, která platí pro tepelná čerpadla pracující v monovalentním provozu.

Podloží	Možný odběr	
	pro 1 800 hodin provozu	pro 2 400 hodin provozu
Suchá nesoudržná hornina	10 W/m ²	8 W/m ²
Zvodnělé štěrky a písky	20 - 40 W/m ²	16 - 24 W/m ²
Protékající spodní voda, štěrky a písky	40 W/m ²	32 W/m ²

Tab. 1 - Směrné hodnoty možného odběru tepla pro plošný kolektor [8]

Abychom zajistili snížení tlakových ztrát, doporučuje se ideální délka jednotlivých okruhů 100 – 200 m. Jednotlivé okruhy jsou zakončeny ve venkovní jímce, kde je umístěn rozdělovač. Při pokládání kolektorů je potřeba dodržet několik pravidel, jako je například bezpečná vzdálenost od základů, která se doporučuje 1,5 m a veškeré vedení v menší vzdálenosti od objektu musí být izolováno. Vzhledem k možnosti poklesu teploty i pod bod mrazu musí být veškeré křížené vedení (kanalizace, dešťová voda, atd.) řádně izolované. Výkopy na kolektory se provádí lžící s šířkou 0,6 – 0,8 m. Do výkopů lze kolektory ukládat dvěma způsoby a to do pískového lože nebo bez pískového lože. Pokládka do pískového lože je starší způsob uložení, které se realizovalo z důvodu špatné odolnosti trubek kolektorů, kde písek tvořil ochrannou vrstvu proti poškození. Při použití moderních potrubí Fast PE-GT-RC lze provádět zásyp přímo zeminou viz obr. 6. [8]



Obr. 6 - Řez výkopy pro uložení kolektoru s/bez pískového lože [8]

2.3. Regenerace zemních horizontálních kolektorů

Jak bylo již výše popsáno, principem tepelného čerpadla je odebírání tepelné energie ze zemského masivu. Vlivem odebírání tepla může ve specifických případech dojít k tzv. „vymrznutí“. U správně navrženého tepelného čerpadla by k tomuto jevu nemělo docházet a to zvláště u horizontálních plošných kolektorů vlivem jejich pravidelné regenerace.

2.3.1. Složení půdy a tepelné vlastnosti

Půdu lze charakterizovat jako komplikovanou vícefázovou nehomogenní hmotu, která je složena z minerálních a organických látek, vody a vzduchu viz tab. 2.

Složení	Hustota [kg.m ⁻³]	Měrná tepelná kapacita [kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Měrné teplo [kJ.m ⁻³ .K ⁻¹]	Tepelná vodivost [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
Minerální látky	2650	0,733	1942	2,93-8,37
Organické látky	1300	1,926	2504	0,251
Voda	1000	4,186	4187	0,595
Vzduch	1,2	1,005	1,2	0,026

Tab. 2 - Parametry hlavních látek půdy [9]

Množství tepelné energie, kterou čerpáme z půdy je závislé nejen na složení půdy, jak bylo již definováno v tabulce 1, ale také na materiálu potrubí, ze kterého se kolektory skládají. V minulosti bylo využíváno trubek z pozinkované oceli, které měly sice lepší tepelnou vodivost, ale jejich ostatní vlastnosti, jako například náchylnost na korozi byly podstatně horší než u materiálu používaných v dnešní době. V tabulce 3 jsou patrné dnes využívané materiály pro kolektory a jejich tepelné vodivosti, které jsou důležité pro funkci tepelného čerpadla. [9]

Materiál	Označení	Tepelná vodivost [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
Polyvinyl chlorid	PVC	0,14-0,19
Polyethylen s nižší hustotou	PE	0,35
Polyethylen s vyšší hustotou	PE	0,43-0,52
Popypropylen	PP-R	0,24
Polybutylen	PB	0,23
Hliník-plast	PAP	0,45

Tab. 3 - Materiály dnes využívané pro kolektory a jejich tepelná vodivost [9]

2.3.2. Způsoby regenerace

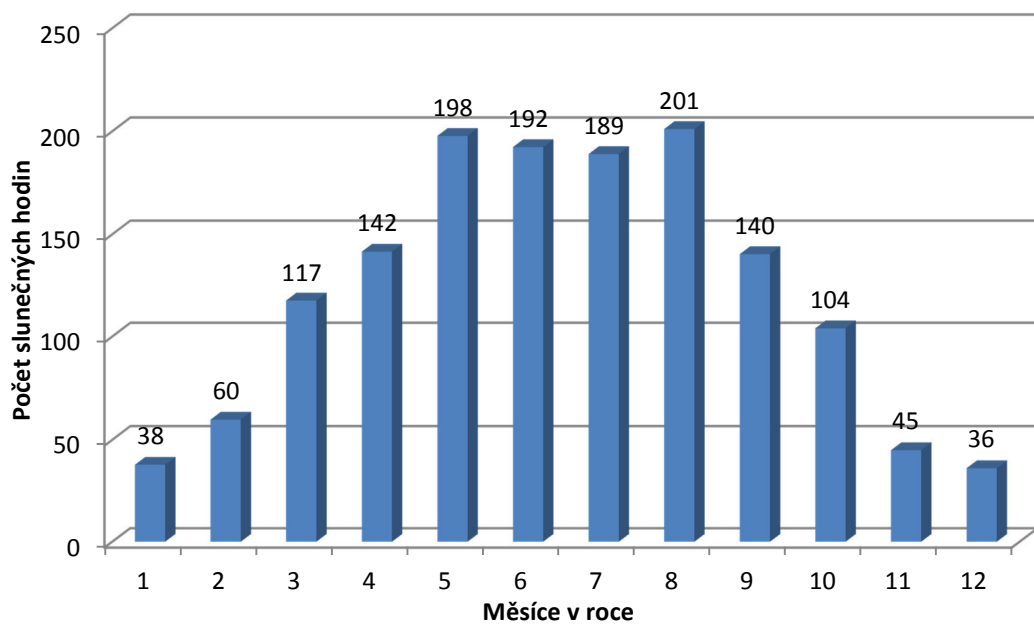
Horizontální kolektory nevyužívají geotermální energii. Jejich princip spočívá ve využívání akumulované solární energie ze slunce v zemině. Energie odebíraná zemním plošným kolektorem se dělí na energii odebíranou v oblasti nad kolektorem, kde se čerpá až 98% odebrané energie a zbylá 2% energie jsou odebírána ze zeminy pod kolektorem. Horizontální plošný kolektor lze tedy nazvat jako rozměrný sluneční kolektor s nízkou účinností, který využívá zeminu jako velký akumulátor tepla s ročním cyklem nabíjení a vybíjení. [4]

2.3.2.1. Regenerace solární energii

Solární energie je nejdůležitějším parametrem při regeneraci horizontálních horninových plochých kolektorů. Sluneční záření vytváří energii elektromagnetického záření. Energetický příkon, který dopadá na povrch zemské atmosféry je 1373 W/m^2 , což je považováno za solární konstantu. Vlivem eliptické oběžné dráhy Země kolem Slunce není dopad sluneční energie rovnoměrný, a proto solární konstanta kolísá přibližně o 3%, což je přibližně 40 W/m^2 . [5]

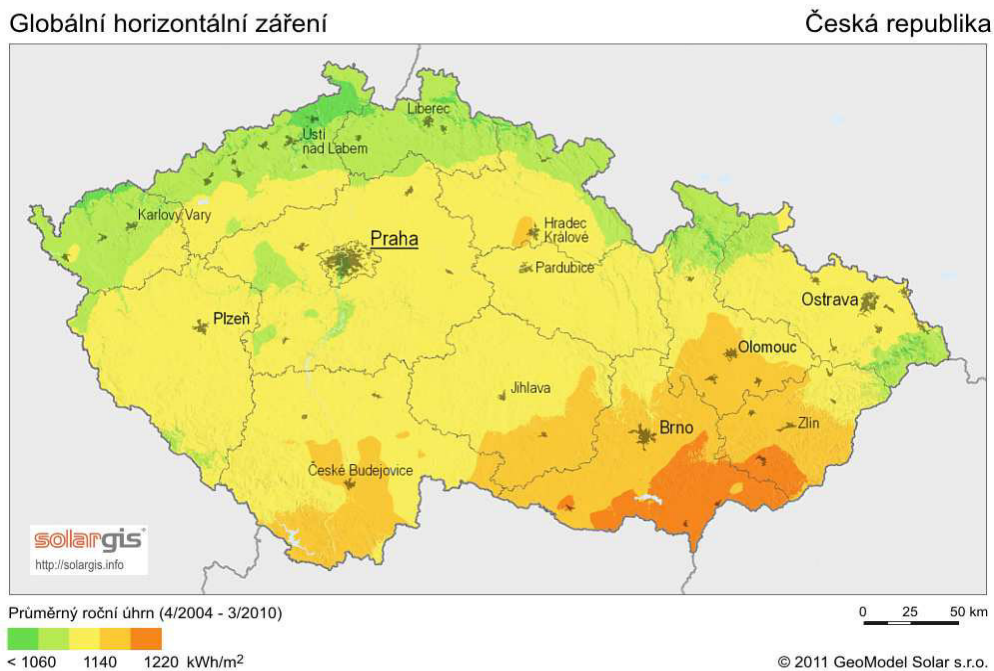
V průběhu roku dopadá na zemský povrch různé množství přímého a difuzního slunečního záření a to především vlivem zvýšené oblačnosti v některých měsících. Zvýšená oblačnost i množství sluneční energie dopadající na Zemi je ovlivněno eliptickým tvarem oběžné dráhy Země kolem Slunce. Ve vybraných městech České republiky je měřen počet slunečných hodin dopadající na zemský povrch v průběhu celého roku.

Ve sledovaných městech vznikl za řadu let průměrný počet slunečných hodin. Při stanovení průměru z hodnot ze všech 33 sledovaných měst v České republice a po následném zanesení získaných hodnot do grafu, jsme získali grafický přehled počtu průměrných slunečných hodin v České republice viz obr. 7. [10]



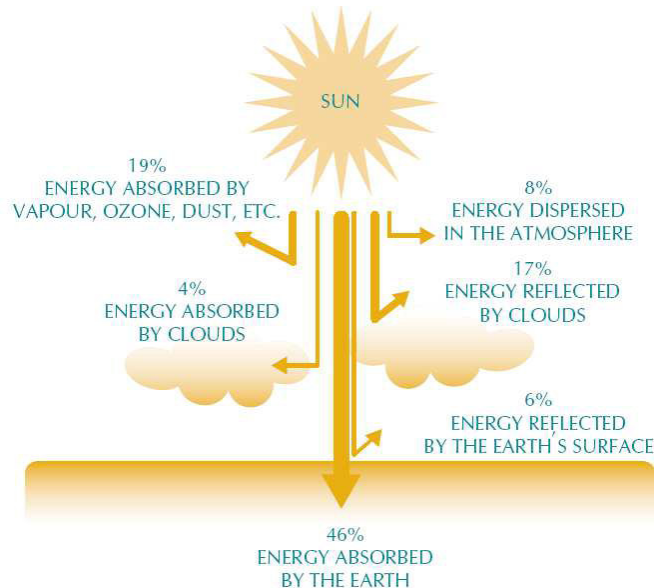
Obr. 7 - Graf průměrného počtu slunečných hodin v měsících

Intenzita solárního záření dopadajícího na Českou republiku je znázorněna na obrázku 8. Odhadovaná průměrná intenzita slunečního záření v České republice je 950-1340 kWh/m². S intenzitou slunečního záření úzce souvisí i počet slunečných hodin, které se v tuzemsku pohybují průměrně v rozmezí 1330-1800 hodin ročně. [5]



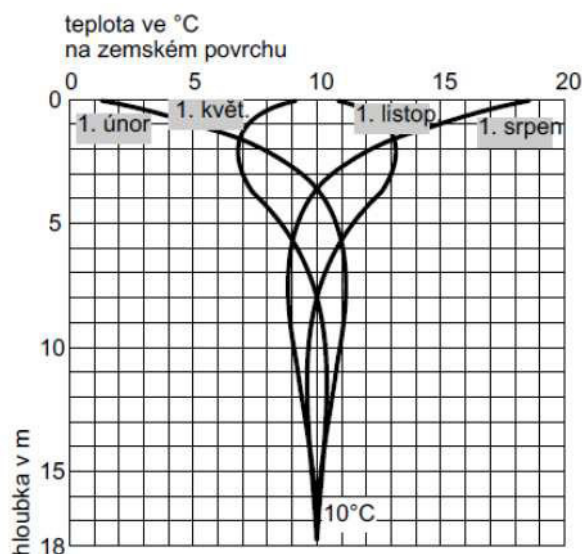
Obr. 8 - Průměrné horizontální sluneční záření na ČR v letech 2004-2010 [12]

Jak je z obrázku 9 patrné, solární energie, která se dostane k Zemi není využita ze 100%. Zemní masiv může absorbovat 46 %. Přibližně 8 % energie je rozptýleno při průchodu atmosférou. Část energie je pohlcena a to 19% ozónem, prachem, parami atd. a 4% oblačností. Oblačnost nejen energii pohlcuje, ale 17% také odrazí. Zbývajících 6 % je odraženo zemí.[6]



Obr. 9 - Schéma rozložení solární energie [6]

Půda je velmi dobrým zásobníkem tepla. V průběhu roku dochází v půdě jen k velmi nepatrným výchylkám teplot. V neporušené půdě jsou teploty od hloubky cca 5 m relativně stálé. Dochází ke kolísání teplot $\pm 1,5$ K a to v okolí teploty $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ viz obr. 10, který znázorňuje průběhy teplot v roce v závislosti na hloubce. [11]



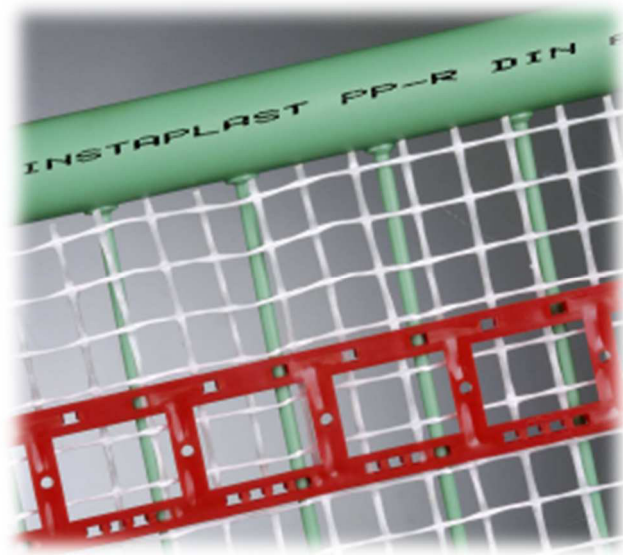
Obr. 10 - Průběh teplot v neporušené zemi v závislosti na hloubce a ročním období [11]

2.3.2.2. Regenerace reverzním chodem

Tepelnému čerpadlu se laicky říká „obrácená lednička“ a díky tomu, že se v podstatě jedná o chladící zařízení lze ho zapojit tak, aby v zimním období topilo a v letním chladilo tzv. reverzní chod. Tento reverzní chod je často používán u tepelných čerpadel vzduch/voda popřípadě vzduch/vzduch, u kterých dochází při venkovních teplotách okolo 0°C k vytváření námrazy, která výrazně snižuje účinnost. Právě reverzním chodem se námraza odstraňuje.

U tepelných čerpadel země/voda sice nevzniká námraza, ale dochází v zimním období k podchlazování půdy s kolektory. Abychom v letním období zajistili řádnou regeneraci, můžeme využít tohoto reverzního chodu i u těchto tepelných čerpadel.

V současné době jsou kladeny vysoké nároky na pohodu prostředí a to nejen v zimním období, kdy objekty vytápíme, ale i v letním období, kdy je potřeba teplotu v objektech snižovat. Alternativním řešením pro vytváření komfortního prostředí v letním období bez nutnosti velké distribuce vzduchu je klimatizace prostoru sálavými chladícími panely. Objekty jsou v letním období zahřívány slunečním zářením, které dopadá na jejich vnější plášť. Vznikající citelnou tepelnou zátěž, tak můžeme odvádět velkoplošnými chladícími panely skládajícími se z kapilárních rohoží s proudící vodou viz obr. 11. [13]



Obr. 11 - Detail kapilární rohože [13]

V zásadě lze chlazení praktikovat dvěma způsoby a to tzv. Natural cooling nebo Active cooling. Natural cooling má vysokou účinnost chlazení především z důvodu odstavení kompresoru, který se spíná pouze pro ohřev užitkové vody. Funkčnost tohoto systému chlazení zajišťují pouze dvě oběhová čerpadla.

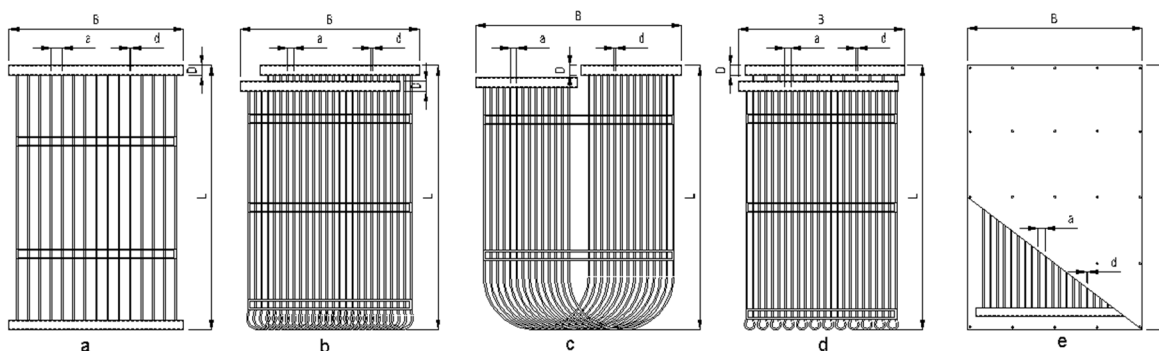
I přes vysokou účinnost má ve srovnání se systémem Active cooling výrazně nižší výkon. Systém Active coling je založený na principu tepelného čerpadla za použití reverzního chodu. Chladicí výkon je tak závislý na velikosti výkonu tepelného čerpadla. Natural cooling není pro regeneraci kolektorů vhodný, a proto se mu více nebudeme věnovat.[11]

V případě vytápění se maximální teplota topné vody volí podle použití na 40°C u podlahového vytápění z důvodu omezení maximální přípustné povrchové teploty 29°C. U kapilárních rohoží není omezení z důvodu hygienických předpisů, ale z důvodu technických možností. Pro kapilární rohože z polypropylenu je maximální provozní teplota 65°C. Zatímco u vytápění nám v objektu nevznikají fyzikální problémy, tak u chlazení z důvodu hrozící kondenzace vodních par ze vzduchu na stěnách je nutné volit teplotu přívodní vody $\geq 16^\circ\text{C}$. Teplotní rozdíl přiváděné a odváděné vody bývá v rozmezí 2 až 4 K. [13]

Charakterizace kapilárních rohoží

Základním prvkem kapilárních rohoží jsou tenké plastové trubičky z polypropylenu s vnějším průměrem cca 3,5 mm, ve kterých proudí chladicí případně topná voda. Vzdálenost mezi jednotlivými kapilárami je cca 30 mm, díky čemuž je v kombinaci s malým teplotním spádem zajištěno rovnoměrné rozložení povrchové teploty.

Kapilární rohože mohou mít různé konstrukce viz obr. 12. Typ G (a) má rozváděcí a sběrné potrubí na protilehlých stranách. Typ S (b,d) a typ U (c) mají rozdělovací a sběrné potrubí na téže straně. Poslední možností jsou prefabrikované panely se zabudovanými kapilárami (e). V následující tabulce jsou poté definované parametry jednotlivých konstrukcí viz tab. 4. [14]



Obr. 12 - Základní typy kapilárních rohoží [14]

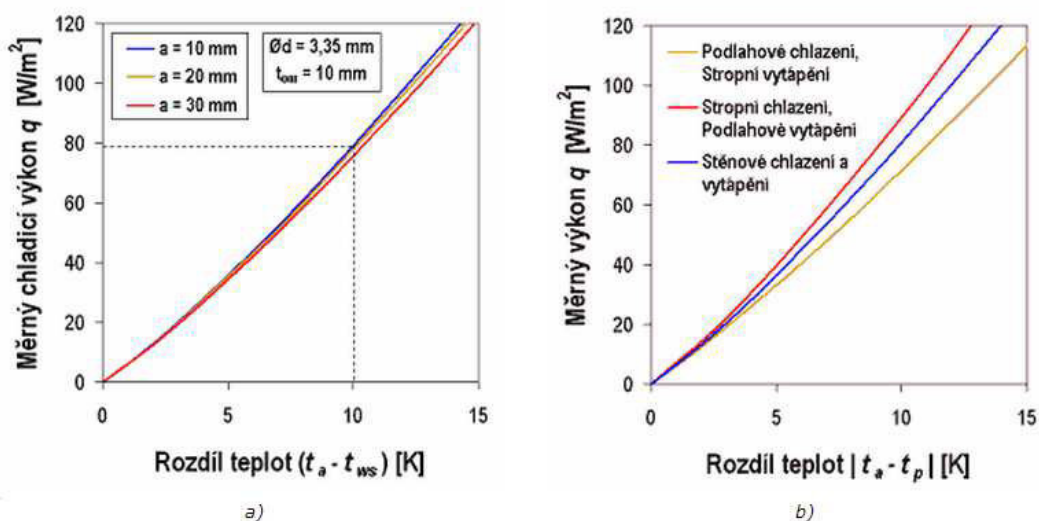
(a – rohož s rozváděcím a sběrným potrubím na protilehlých stranách, b až d – rohože typu S a U s rozváděcí a sběrným potrubím na téže straně, e – prefabrikovaný panel)

Typ rohože	$\varnothing d$	$\varnothing D$	a	B	L
	[mm]				
a Typ G	3,35 x 0,5	20 x 2	10, 20, 30	160 až 1200	600 až 6000
b Typ S	3,35 x 0,5	20 x 2	10	170 až 1200	750 až 6000
c Typ U	3,35 x 0,5	20 x 2	10	160 až 1200	600 až 2000
d Typ S	3,35 x 0,5	20 x 2	15, 20, 30	170 až 1190	750 až 6000
e Prefabrikovaný panel	3,35 x 0,5	20 x 2	10	600	1500, 2000

Tab. 4 - Orientační rozměry kapilárních rohoží [14]

Aplikace kapilárních rohoží

Kapilární systémy lze aplikovat téměř do každé budovy. Nejčastější umístění je pod omítku na strop, ale jejich všestrannost umožňuje i snadnou aplikaci na stěny místností. Díky fyzikálním zákonům na rozdíl od teplého vzduchu, který od podlahového topení stoupá, chladný vzduch od kapilárních rohoží ve stropě klesá. Na obrázku 13 je patrné porovnání měrného výkonu u různých průměrů kapilár (a) a místa použití (b). Tloušťka trubiček je cca 3,5 mm což umožňuje aplikaci do omítek s celkovou tloušťkou 10 až 15 mm. Malá tloušťka omítky zajišťuje možnost rychlé reakce celého systému na základě změny okrajových podmínek. [13]



Obr. 13 - Porovnání výkonů různých typů kapilár

(t_a – teplota vzduchu, t_p – povrchová teplota, t_{ws} – teplota přírodní vody) [14]

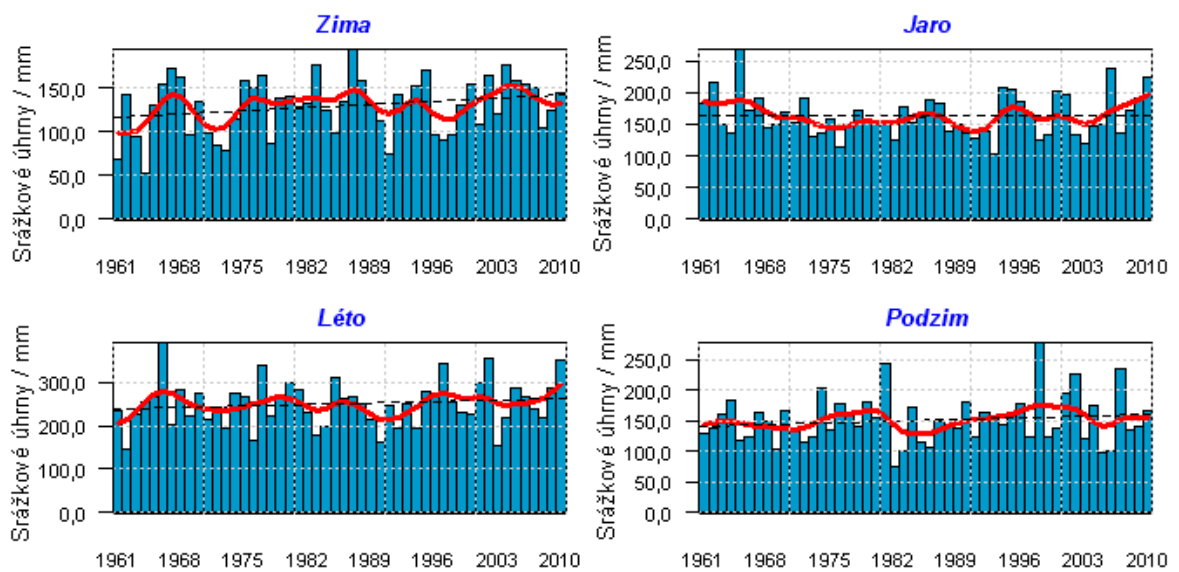
2.3.2.3. Regenerace dešťovými srážkami

Dešťové srážky ovlivňují množství půdní vlhkosti, která díky tepelné vodivosti vody zlepšuje možný odběr tepla plošným kolektorem. Úroveň tepelné vodivosti vody je závislá na teplotě viz tab. 5.

Teplota [C°]	Tepelná vodivost [W/m*K]
-20	kapalina: 0,523, led: 2,43
0	kapalina: 0,564, led: 2,22
10	0,584
20	0,597
30	0,618
50	0,645
80	0,67
100	0,682

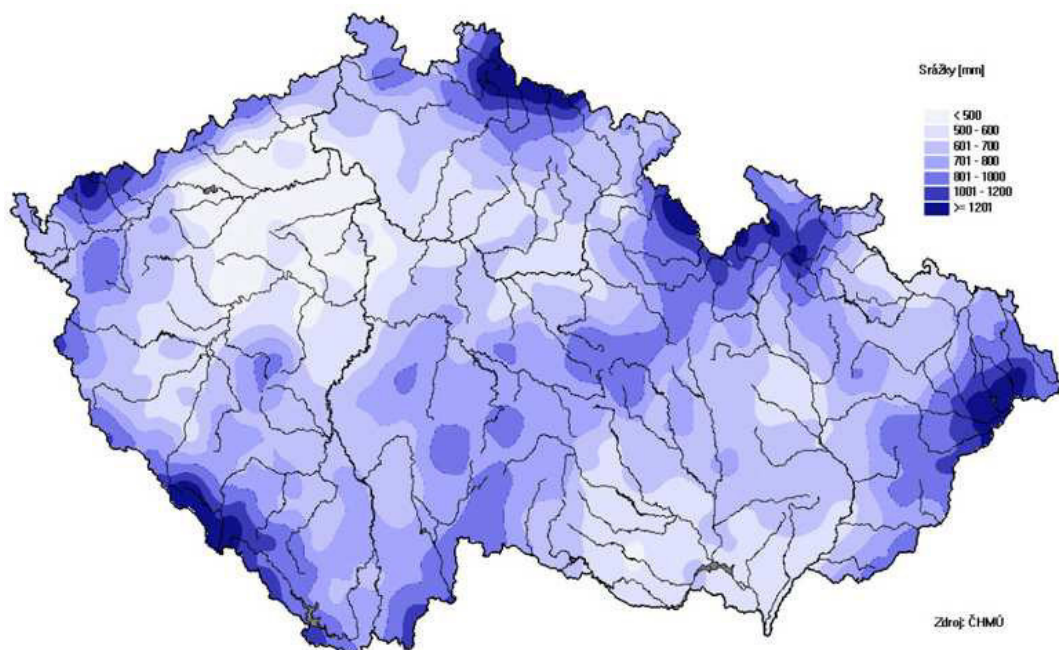
Tab. 5 - Tepelná vodivost vody [15]

Zvýšená tepelná vodivost půdy umožňuje nejen lepší odběr tepla plošným kolektorem, ale také intenzivnější regeneraci. Nejvíce dešťových srážek probíhá v období od března do října, kdy zároveň půda prochází obdobím regenerace a to všemi výše zmiňovanými způsoby. Období, kdy dochází k většímu množství dešťových srážek viz obr. 14 a tím ke zvýšení tepelné vodivosti půdy se zároveň překrývá s obdobím, kdy je nejvyšší počet slunečných hodin což umožňuje efektivnější regeneraci. [16]



Obr. 14 - Úhrn srážek v letech 1961-2010 [16]

Úhrn srážek je však závislý i na geografické poloze. Na obrázku 15 je znázorněna mapa s úhrnem srážek v České republice z roku 2006. Lokality dešťových srážek se v průběhu času příliš nemění a tak lze tuto mapu považovat za důvěryhodný zdroj i pro nadcházející roky. [16]

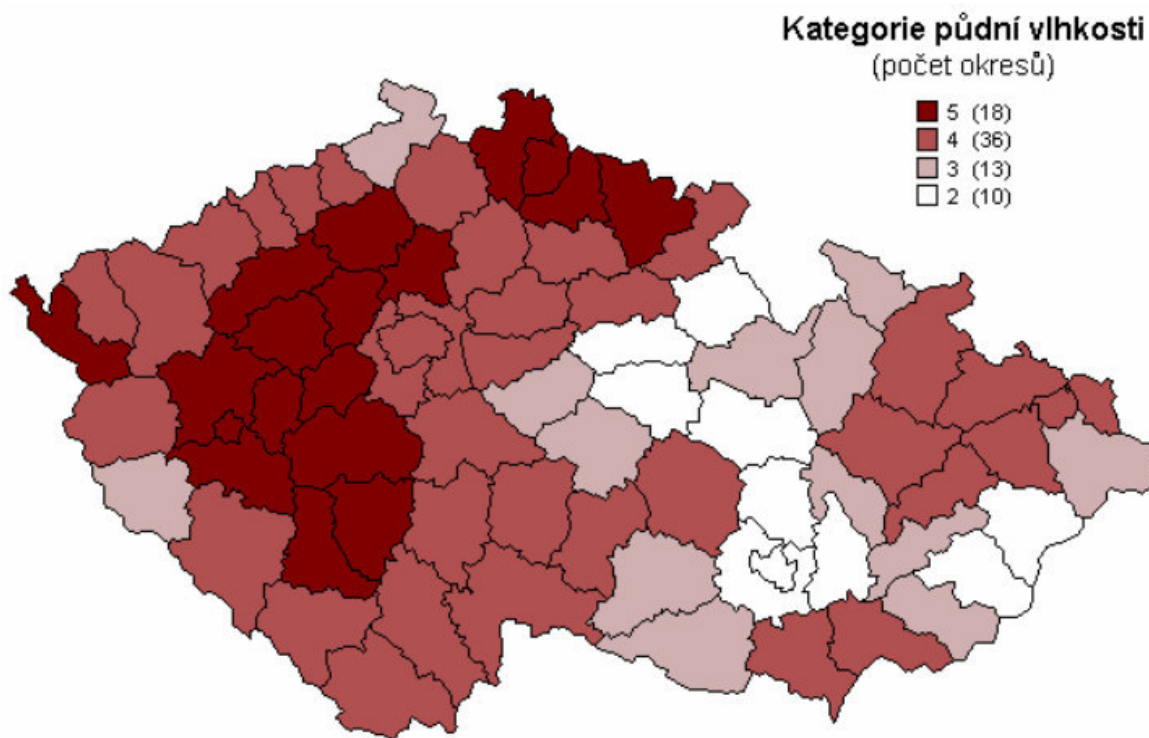


Obr. 15 - Roční úhrn srážek v roce 2006 [16]

Úroveň půdní vlhkosti a tím spojená její tepelná vodivost však nezávisí jen na srážkách, ale i na hornatosti, složení půdy, vodstvu a mnoha dalších faktorech. Na základě všech těchto faktorů bylo provedeno měření a byla sestavena mapa půdních vlhkostí viz obr. 16 s rozdělením do 5 pěti kategorií viz tab. 6. [17]

Kategorie půdní vlhkosti		ZVV [%]
5	velmi nízká	< 20
4	nízká	20 - 40
3	dostatečná	40 - 60
2	dobrá	60 - 80
1	vysoká	> 80

Tab. 6 - Kategorie půdní vlhkosti [17]



Obr. 16 - Mapa rozdělení krajů ČR podle kategorií půdní vlhkosti [17]

3. Metodika

Zemní výměníky, na kterých bylo prováděno měření se nachází v Dolních Měcholupech v Praze. Zde má sídlo společnost VESKOM s.r.o., která umožnila provádět měření na svém pozemku a na tepelných čerpadlech, která souží k vytápění administrativní budovy a provozní haly firmy. Zemní výměníky slouží jako zdroje energie pro tepelná čerpadla ITV PremiumLine EQ E17. Nominální výkon tepelných čerpadel je 17 kW a topný faktor při 0°C/35°C je 4,7.

Měření a vyhodnocování výsledků bylo soustředěno k topnému období na přelomu roku 2012 a 2013. Topné období začalo 17. 9. 2012 a skončilo 22. 4. 2013. Tepelné charakteristiky byly měřeny v letním období při stagnaci zemního výměníku a to konkrétně 6. 6. 2012.

3.1. Měřicí přístroje

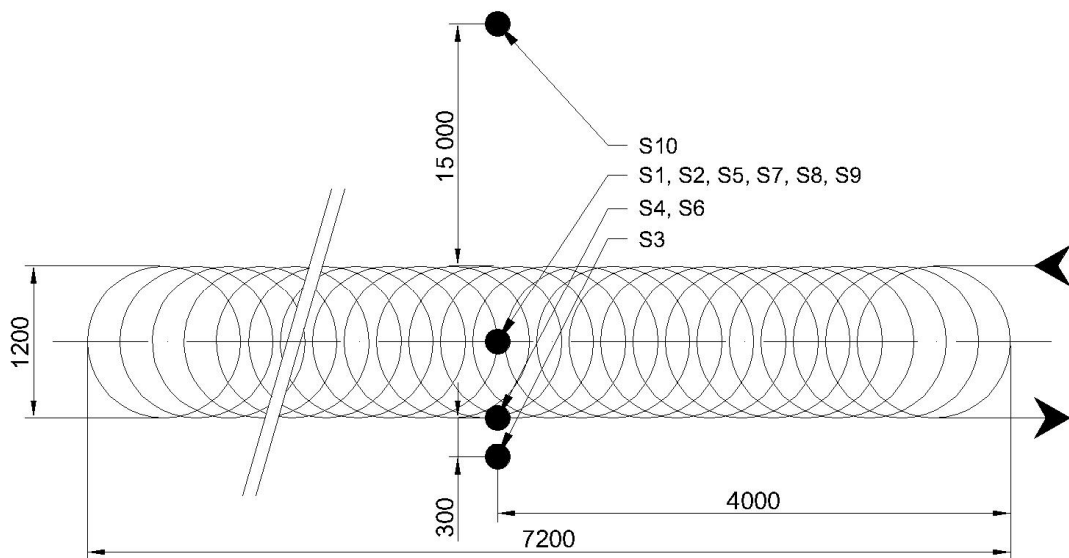
Mimo běžných zařízení sledujících vnější prostředí např. TESTO 176 H1 pro měření relativní vlhkost vzduchu, HADEX T139 pro měření srážky, KIMO SL 200 pro měření globálního záření a vnější teplotu vzduchu je hlavním měřeným parametrem teplota zemního masivu. K měření zemního masivu byla použity odporová teplotní čidla PT 1000A jejichž výrobcem je GREISINGER electronic GmbH v Německu. Všechny měřené hodnoty byly zaznamenávány v půlhodinových intervalech.

Vnější teplota okolního prostředí t_e byla měřena ve výšce 2 m nad zemí a ve vzdálenosti 20 m od výměníků. K měření celkového tepelného toku bylo využito měřicího přístroje spotřeby tepla MTW 3 jehož výrobcem je Itron Inc. Liberty Lake z USA.

Pro zjištění vlastností zemního masivu bylo použito přístroje ISOMET 2104 jehož výrobcem je Applied Precision ze Slovenské republiky. Tímto přístrojem byly zjištěny tepelné charakteristiky zemního masivu, součinitel tepelné vodivosti λ (W/m.K), objemová měrná tepelná kapacita C (J/m³.K) a součinitel teplotní vodivosti a (m²/s) při teplotě t (°C) a objemové vlhkosti w (%).

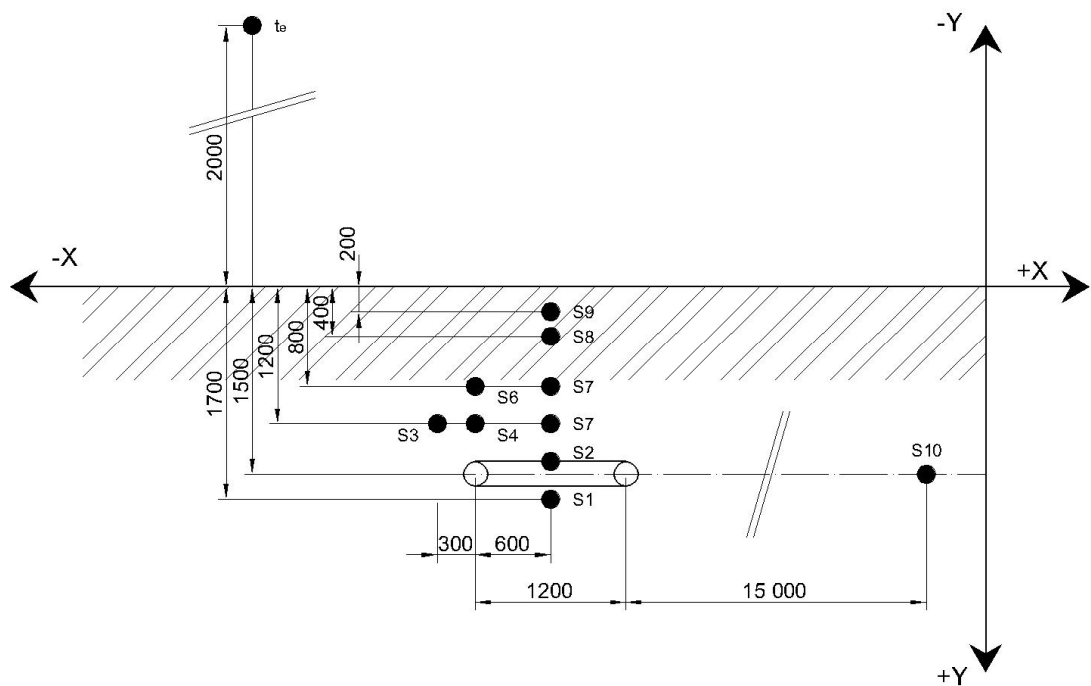
3.2. Charakteristika zemního výměníku typu Slink

Horizontální zemní výměník typu Slink, jehož schéma uložení je uvedeno na obrázku 17 a 18, je vyroben z polyetylenového potrubí PE 100 RC 32x2,9 mm, které dodala společnost LUNA PLAST a.s.. Zemní masiv je tvořen zeminou složenou z tmavě hnědé pískohlinité půdy s úlomky cihel, kamennou drtí a hrubozrnným štěrkem. Vzhledem k použití potrubí odolného proti bodovému zatížení a vzniku trhlin nebylo zapotřebí potrubí ukládat do pískového lože. Potrubí je uloženo v hloubce 1,5 m a to v počtu 53 kruhových smyček s roztečí 0,38 m. Celková délka potrubí činí 200 m. Potrubím výměníku protéká teplotonosná kapalina, kterou je směs 33 obj. % etylalkoholu a 67 % vody.



Obr. 17 - Schéma zemního výměníku typu Slink

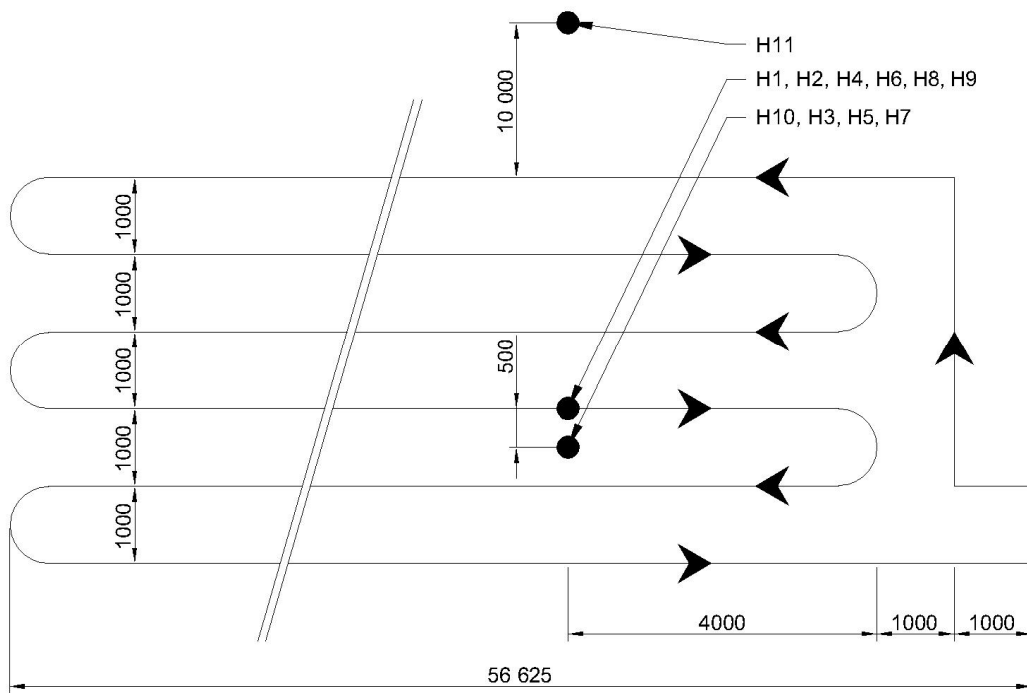
Pro měření teploty zemního masivu bylo v okolí horizontálního výměníku typu Slink nainstalováno 10 teplotních čidel včetně čidla měřící teplotu zemního masivu ve vzdálenosti 15 m, kde nedochází k ovlivnění teploty funkcí výměníku. Půdorysné schéma umístění čidel je vyobrazeno na obrázku 17 a výškové rozmístění je zobrazeno ve schématickém řezu na obrázku 18.



Obr. 18 - Schématický řez zemním výměníkem typu Slink

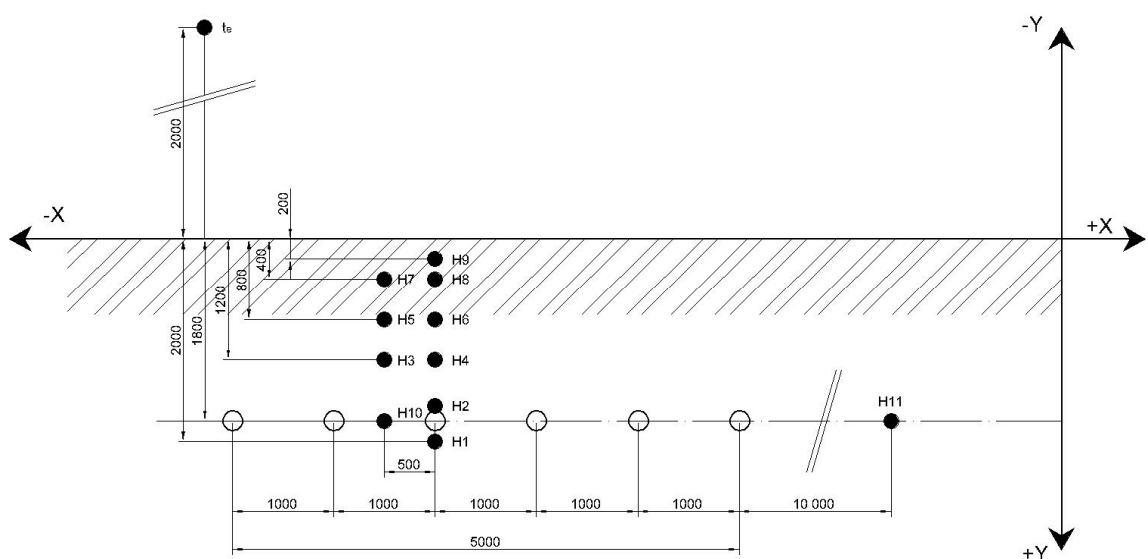
3.3. Charakteristika zemního lineárního výměníku

Horizontální zemní lineární výměník, jehož schéma uložení je uvedeno na obrázku 19 a 20, je vyroben z polyetylénového potrubí PE 100 RC 40x3,7 mm, které dodala společnost LUNA PLAST a.s.. Zemní masiv je tvořen zeminou složenou z tmavě hnědé písokohlinité půdy s úlomky cihel, kamennou drtí a hrubozrnným štěrkem. Vzhledem k použití potrubí odolného proti bodovému zatížení a vzniku trhlin nebylo zapotřebí potrubí ukládat do pískového lože. Potrubí je uloženo v hloubce 1,8 m s délkou jedné větve 56,62 m a roztečí 1m. Celková délka potrubí činí 330 m. Potrubím výměníku protéká teplotně stabilizovaná kapalina, kterou je směs 33 obj. % etylalkoholu a 67 % vody.



Obr. 19 - Schéma zemního lineárního výměníku

Pro měření teploty zemního masivu bylo v okolí horizontálního lineárního výměníku nainstalováno 11 teplotních čidel včetně čidla měřící teplotu zemního masivu ve vzdálenosti 10 m, kde nedochází k ovlivnění teploty funkcí výměníku. Půdorysné schéma umístění čidel je vyobrazeno na obrázku 19 a výškové rozmístění je zobrazeno ve schématickém řezu na obrázku 20.



Obr. 20 - Schématický řez zemním lineárním výměníkem

4. Výsledky a diskuze

4.1. Měření tepelných charakteristik

Bylo provedeno měření tepelných charakteristik zemního masivu, které probíhalo v letním období při stagnaci tepelného výměníku viz tab. 7. Při porovnání hodnot (Němeček et al., 2001) lze zařadit měřený zemní masiv jako kambizem, což je nejrozšířenější půdní typ v České republice.

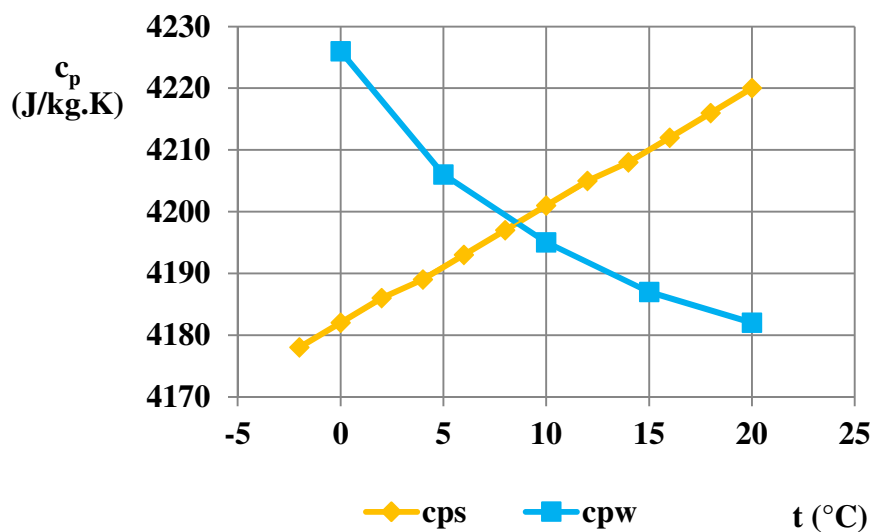
Hloubka (m)	t (°C)	w (%)	λ (W/m.K)	$10^6 \cdot C$ (J/m ³ .K)	$10^{-6} \cdot a$ (m ² /s)
0,06	13,36	36,65	1,21	2,08	0,583
0,22	12,76	26,25	1,29	2,15	0,602
0,3	12,42	30,7	1,35	2,11	0,64
0,6	12,66	31,55	1,24	1,82	0,678
0,9	12,73	29,3	1,48	2,15	0,688
1,2	12,65	31,6	1,39	2,08	0,672
1,5	13,64	39	1,58	2,24	0,704
1,6	13,83	-	1,57	2,16	0,727

Tab. 7 - Tepelná charakteristika zemního masivu

4.2. Vlastnosti teplotnosné kapaliny

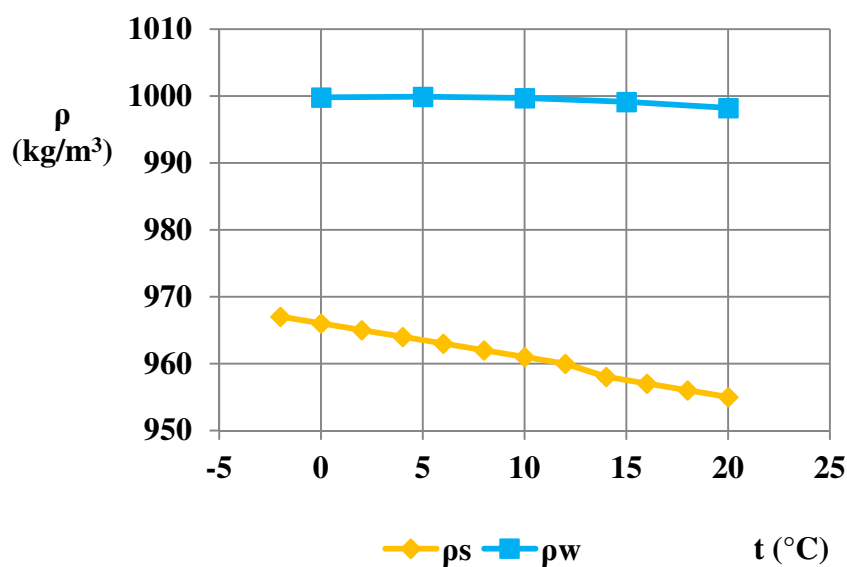
V obou měřených zemních výměnících je použita teplotnosná kapalina tvořená směsí 33% etylalkoholu a 67% vody. Vlastnosti této kapaliny mají významný vliv na celkovou funkci zemních výměníků, ale především na odebírání tepelné energie ze zemního masivu.

Jednou z hlavních veličin je měrná tepelná kapacita, která vyjadřuje, jaké množství tepla je nutné dodat jednomu kilogramu látky, aby se její teplota zvýšila o jeden Kelvin. V grafu na obrázku 21 je znázorněná závislost měrné tepelné kapacity (c_{ps}) na teplotě použité teplotnosné látky (t). Pro srovnání je v grafu také uveden průběh měrné tepelné kapacity vody (c_{pw}), která z běžných látek dosahuje nejvyšších hodnot.



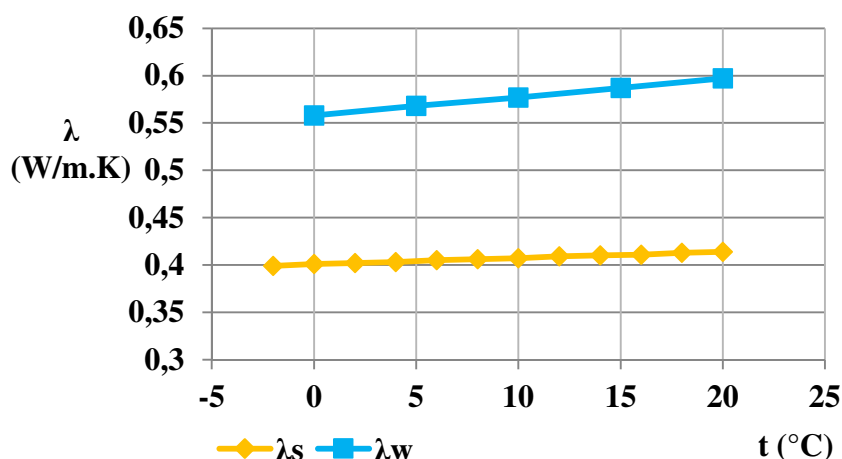
Obr. 21 - Závislost měrné tepelné kapacity na teplotě (zpracování podle [21])

Další veličinou ovlivňující chování teplotnosné látky je měrná hmotnost, která vyjadřuje hmotnost objemové jednotky látky. V grafu na obrázku 22 je znázorněná závislost měrné hmotnosti (ρ_s) na teplotě teplotnosné kapaliny (t). Pro srovnání je v grafu také uveden průběh měrné hmotnosti vody (ρ_w).



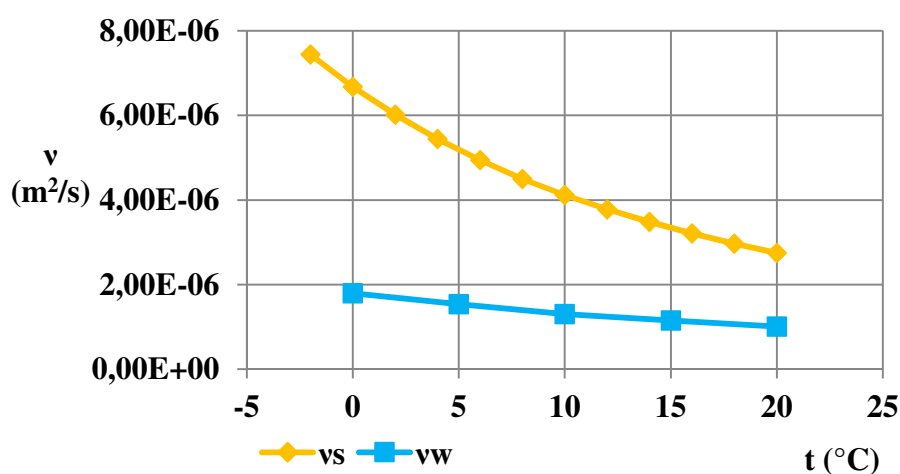
Obr. 22 - Závislost měrné hmotnosti na teplotě (zpracování podle [21])

Získávání tepelné energie ze zemního masivu je také ovlivněno součinitelem tepelné vodivosti teplotnosné kapaliny, která vyjadřuje schopnost dané látky vést teplo. Představuje rychlost, s jakou se teplo šíří z jedné zahřáté části látky do jiných, chladnějších částí. V grafu na obrázku 23 je znázorněná závislost součinitele tepelné vodivosti (λ_s) na teplotě teplotnosné kapaliny (t). Pro srovnání je v grafu také uveden průběh součinitele tepelné vodivosti vody (λ_w).



Obr. 23 - Závislost součinitele tepelné vodivosti na teplotě (zpracování podle [21])

Jednou z vlastností teplotnosné kapaliny je také kinematická viskozita, která popisuje vnitřní tření v reálné tekutině, udává jak se tekutina brání tečení (deformaci v toku). V grafu na obrázku 24 je znázorněná závislost kinematické viskozity (ν_s) na teplotě teplotnosné kapaliny (t). Pro srovnání je v grafu také uveden průběh kinematické viskozity vody (ν_w).



Obr. 24 - Závislost kinematické viskozity na teplotě (zpracování podle [21])

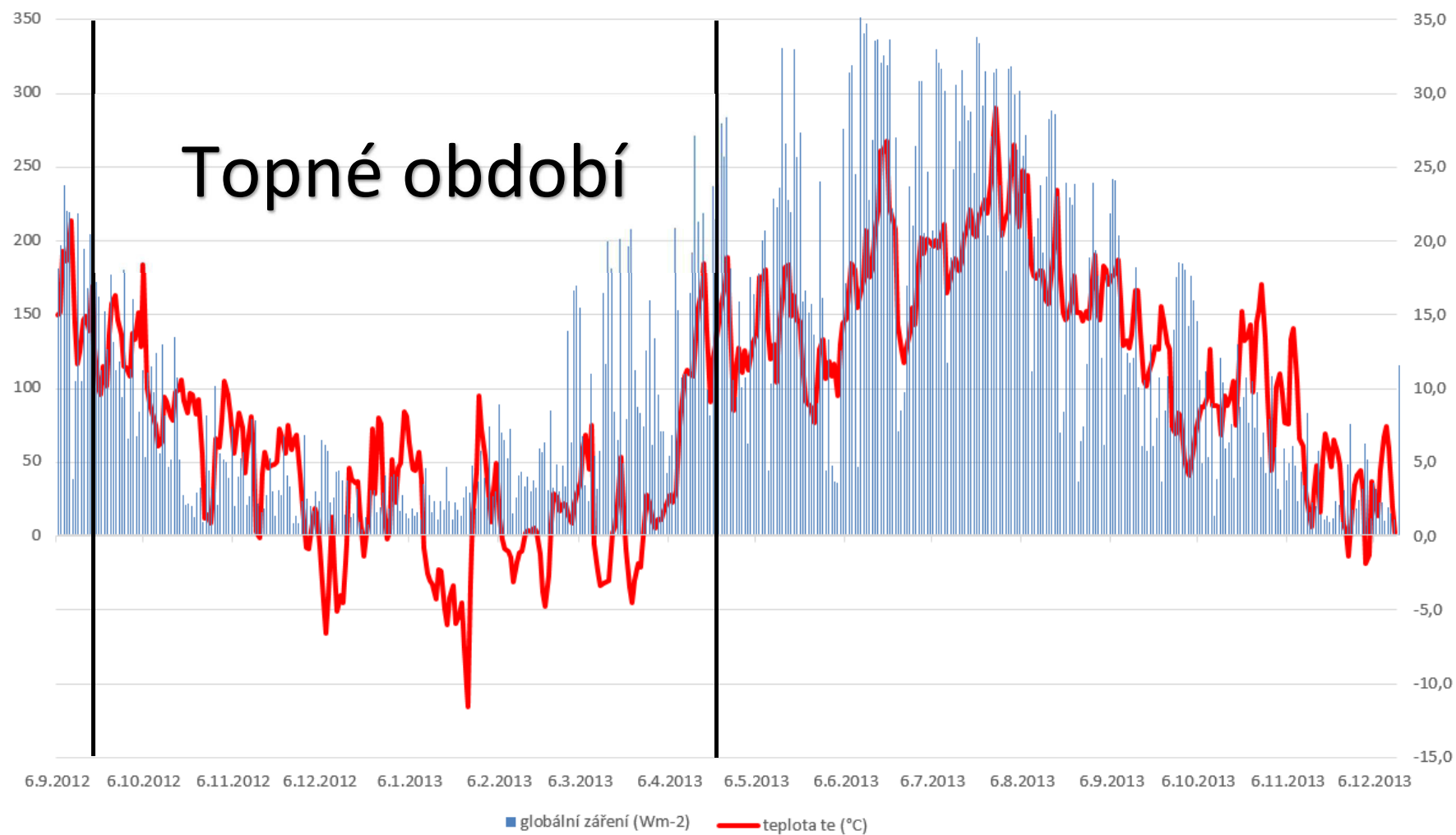
4.1. Parametry ovlivňující regeneraci

U měřených zemních výměníků docházelo k regeneraci pouze přirozeným způsobem a to vlivem vnějších klimatických podmínek. V grafu na obrázku 25 jsou zaznamenány průměrné denní hodnoty globálního záření v návaznosti na teplotu vnějšího prostředí. Globální záření je jedním z hlavních parametrů ovlivňující teplotu vnějšího prostředí a teplotu zemního masivu. Globální záření můžeme charakterizovat jako sluneční teplo, které dopadá na zemský povrch. Z grafu vyplývá, že v průběhu zimního období dopadá na zemský povrch mnohonásobně méně slunečního tepla než v létě a to vlivem odklonění severní polokoule od Slunce.

Dalším parametrem ovlivňující regeneraci zemního masivu je i vlhkost zemního masivu, která je spjata s relativní vlhkostí vzduchu a úhrnem srážek. Jejich průběh je zaznamenán v grafu na obrázku 26. Z důvodu přehlednosti jsou v grafu uváděny průměrné denní hodnoty. Jak je na grafu vidět, relativní vlhkost vzduchu je vyšší v zimním období a to vlivem menší sluneční aktivity a zvýšené oblačnosti. Oproti tomu jsou srážky intenzivnější v letním období. I přes vzájemné propojení relativní vlhkosti vzduchu a úhrnu srážek jsou jejich průběhy rozdílné (opačné). Pro vlhkost zemního masivu je směrodatnější úhrn srážek než relativní vlhkost vzduchu, protože srážky na rozdíl od relativní vlhkosti vzduchu jsou schopny ovlivňovat zemní masiv do větší hloubky a tak ovlivnit i vlastnosti zemního masivu v okolí zemních výměníků a jejich regeneraci v letním období. I když jsou srážky v letním období četnější, jsou pro regeneraci stejně významné i srážky v zimním období, protože i přes jejich menší úhrn nedochází vlivem menšího globálního záření k jejich odpařování. Díky tomu má zemní masiv při přechodu ze zimního období do letního vysokou zemní vlhkost a je schopen lépe přenášet globální záření dopadající na zemský povrch do větší hloubky k zemním výměníkům.

globální záření (Wm^{-2})

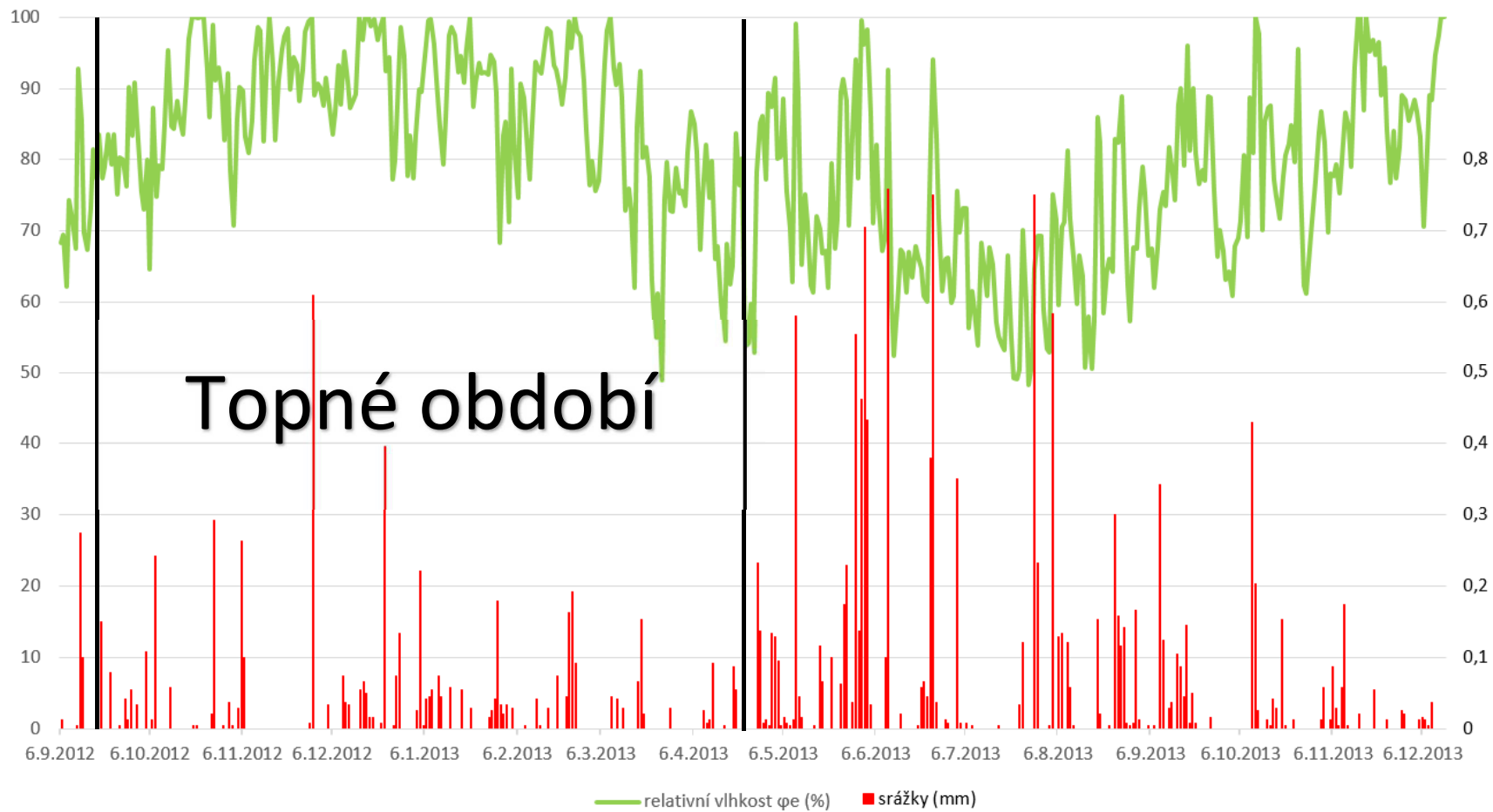
Teplota t_e ($^{\circ}\text{C}$)



Obr. 25 - Globální záření a průběh teploty vnějšího prostředí

Relativní vlhkost (%)

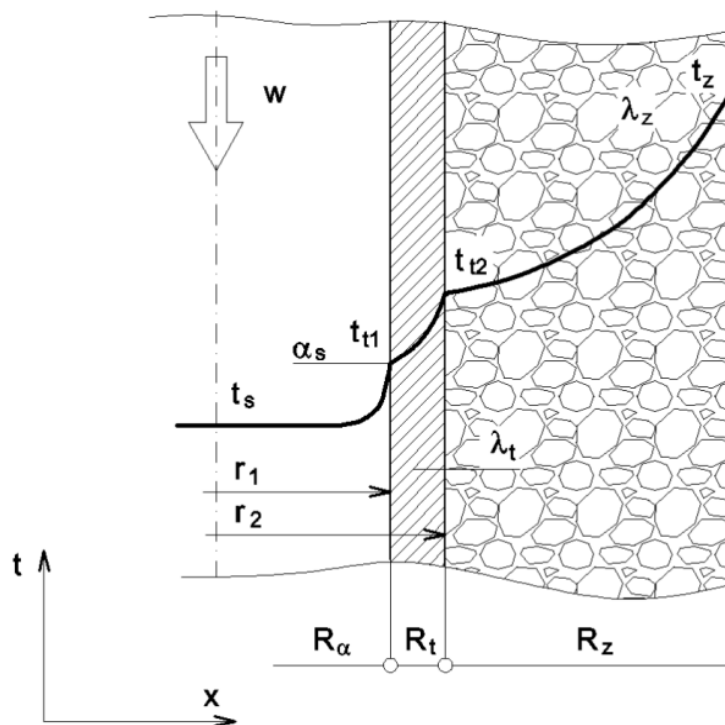
Srážky (mm)



Obr. 26 - Průběh relativní vlhkosti vzduchu a úhrny srážek

4.1.1. Tepelné odpory trubky výměníku

Množství tepla odváděné zemním výměníkem je závislé nejen na teplotě zemního masivu, teplotě teplotonosné látky, ale také na tepelném odporu trubek výměníku. Tepelný odpor můžeme definovat jako tepelně izolační schopnost vrstvy materiálu případně nehomogenní vrstvy. Tepelné odpory jednotlivých vrstev se sčítají, z čehož vyplývá, že v našem případě bude celkový tepelný odpor trubky složen ze třech dílčích odporů. Na obrázku 27 je schématické zobrazení trubky výměníku s uvedenými rozměry a jednotlivými veličinami.



Obr. 27 - Schéma procesů sdílení tepla [18]

Prvním tepelným odporem ze strany od výměníku k zemnímu masivu je tepelný odpor konvekce na vnitřní straně trubky (R_α), který je definovaný jako tepelný odpor mezní vrstvy přilehající bezprostředně k vnitřní straně konstrukce. V našem případě můžeme uplatnit vztah:

$$R_\alpha = \frac{1}{2\pi r_1 \alpha_s} \quad [\text{m.K/W}] \quad (1)$$

v rovnici (1) je:

r_1 – vnitřní poloměr trubky výměníku (m);

α_s – součinitel přestupu tepla mezi stěnou trubky a teplotonosnou kapalinou ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Dalším tepelným odporem, který nám zhoršuje přestup tepla je tepelný odpor stěny trubky (R_t), který vyjadřuje tepelně izolační vlastnosti trubky. V našem případě se jedná o jednovrstvou trubku kruhového průřezu, takže lze uplatnit vztah:

$$R_t = \frac{\frac{1}{\lambda_t} \ln \frac{d_2}{d_1}}{2\pi} \quad [\text{m.K/W}] \quad (2)$$

v rovnici (2) je:

λ_t – součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky výměníku (W/m.K);

d_1, d_2 – vnitřní a vnější průměr trubky výměníku (m).

Posledním tepelným odporem ovlivňující přestup tepla ze zemního masivu do teplotonosné látky je tepelný odpor zemního masivu (R_z), který je definovaný jako tepelný odpor mezní vrstvy přilehající bezprostředně k vnější straně konstrukce. V našem případě můžeme uplatnit vztah:

$$R_z = \frac{1}{2\pi\lambda_z} * \ln \left[\frac{2s}{\pi d_2} * \sinh \left(2\pi \frac{h}{s} \right) \right] \quad [\text{m.K/W}] \quad (3)$$

v rovnici (3) je:

λ_z – součinitel tepelné vodivosti zemního masivu (W/m.K);

d_2 – vnější průměr trubek zemního výměníku (m);

h – hloubka uložení trubek zemního výměníku (m);

s – rozteč trubek zemního výměníku (m).

Když známe všechny dílčí tepelné odpory, můžeme získat celkový tepelný odpor při přestupu tepla ze zemního masivu do teplotonosné látky, který vychází ze vztahu:

$$R = R_\alpha + R_t + R_z \quad [\text{m.K/W}] \quad (4)$$

v rovnici (4) je:

R_α – tepelný odpor konvekce na vnitřní straně trubky (m.K/W);

R_t – tepelný odpor stěny trubky (m.K/W);

R_z – tepelný odpor zemního masivu (m.K/W) [18] [20].

4.2. Průběhy teplot u zemního výměníku typu Slink

Pro měření teplot zemního masivu v oblasti zemního výměníku typu Slink bylo použito 10 teplotních čidel. Vzhledem k velké chybovosti bylo z měření vyloučeno teplotní čidlo s označením S7 viz obrázky 17 a 18. V grafu na obrázku 28 jsou zaznamenány průběhy teplot zemního masivu v okolí teplotního čidla S10, které je vzdálené od zemního výměníku 15 m a měří teplotu zemního masivu neovlivněnou funkcí výměníku. Zároveň jsou v grafu uvedené průběhy průměrných teplot všech ostatních čidel (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8, S9), průběh teploty čidla v těsné blízkosti výměníku S1, teploty čidla neblíže zemnímu povrchu S9 a průměrné denní teploty okolního prostředí (t_e). Veškerá měření probíhala v časových rozestupech půl hodiny. Z důvodu lepší přehlednosti byly dány teploty do souhrnů a do grafů byly zaznamenány průměrné denní teploty. Všechny teploty použité pro graf na obrázku 28 jsou uvedeny v příloze číslo 12. Průběh průměrných denních teplot všech použitých čidel je vidět v grafu v příloze číslo 10.

Technickým problémem došlo v období od 21. 6. 2013 do 12. 8. 2013 k výpadku při zaznamenávání dat (červené pole v grafu). V tomto období byly hodnoty v tabulce dopočítány geometrickou řadou, nelze však data použít v tomto období pro hodnocení.

Uvedené závislosti můžeme vyjádřit rovnicí vycházející z rovnice pro volné netlumené kmitání hmotného bodu:

$$t = \bar{t} + \Delta t_A * \sin(\Omega\tau + \varphi) \quad (^\circ\text{C}) \quad (5)$$

v rovnici (5) je:

t – teplota ($^\circ\text{C}$);

\bar{t} – střední teplota ($^\circ\text{C}$);

Δt_A – amplituda oscilace kolem teploty \bar{t} ($^\circ\text{C}$);

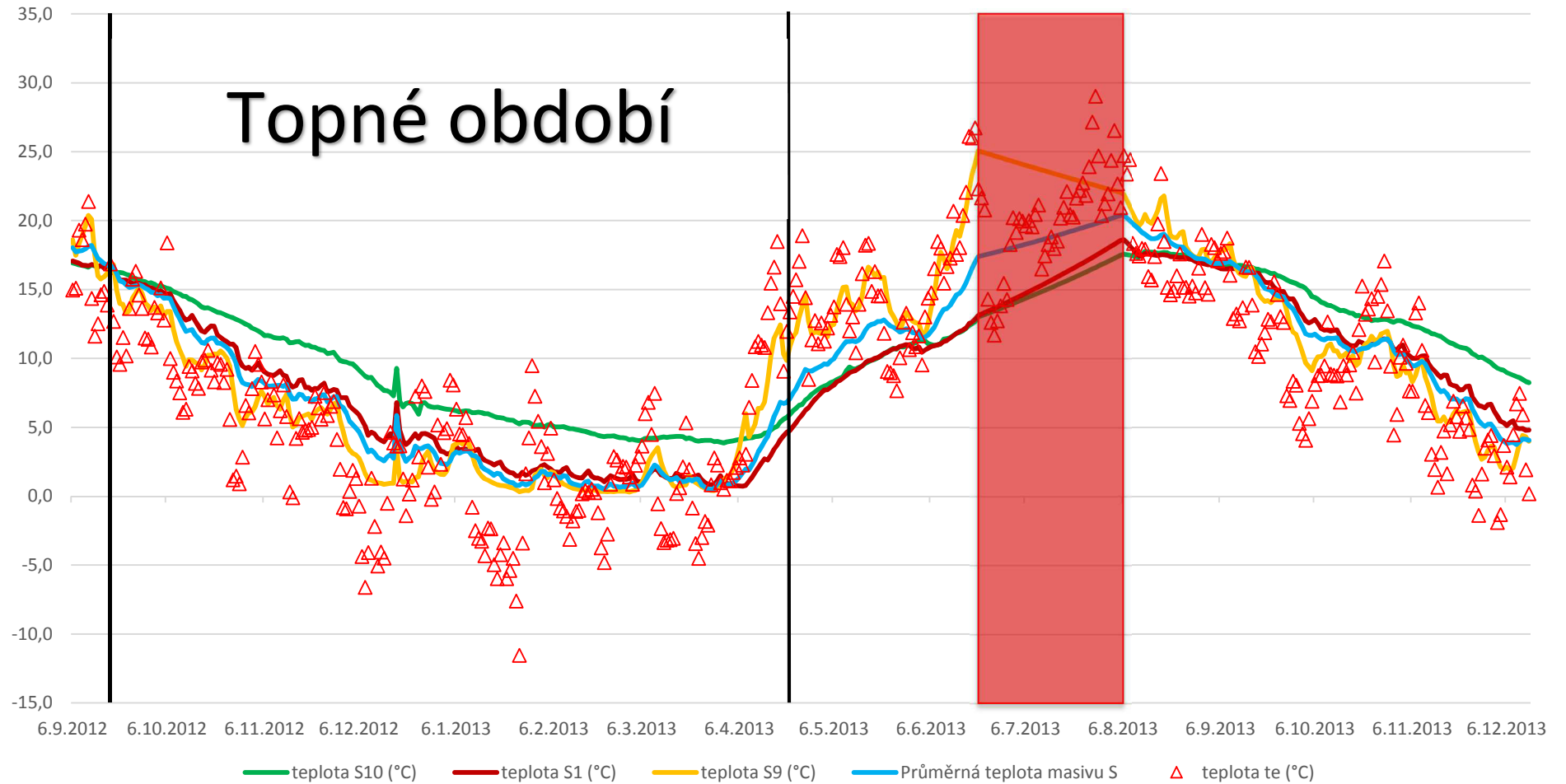
τ – počet dní od počátku měření (den);

φ – počáteční faze kmitu (rad);

Ω – úhlová rychlost ($2*\pi/365 \text{ rad*den}^{-1}$). [19]

Jedná se o nelineární regresi y na x, a proto používáme pro stanovení míry těsnosti závislost mezi oběma náhodnými veličinami index deformace I_{yx}^2 .

Průběhy teplot - výměník typu Slink



Obr. 28 - Průběhy teplot referenčního čidla S10, čidla v nejmenší hloubce S9, čidla v blízkosti výměníku S1, průměrných teplot u výměníku typu Slink a teplot vnějšího prostředí

Průběhy teplot znázorněných v grafu na obrázku 28 můžeme vyjádřit na základě rovnice volného netlumeného kmitání hmotného bodu (5) rovnicemi:

$$t_{S10} = 10,367 + 6,553 * \sin(\Omega * \tau + 1,761) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{tt} = 0,984 \quad (-) \quad (6)$$

$$t_{S1} = 8,891 + 8,247 * \sin(\Omega * \tau + 1,907) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{tt} = 0,978 \quad (-) \quad (7)$$

$$t_{S9} = 11,110 + 10,349 * \sin(\Omega * \tau + 2,313) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{tt} = 0,927 \quad (-) \quad (8)$$

$$t_{S\text{-prům}} = 9,476 + 9,419 * \sin(\Omega * \tau + 2,086) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{tt} = 0,969 \quad (-) \quad (9)$$

$$t_e = 10,406 + 9,284 * \sin(\Omega * \tau + 2,373) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{te} = 0,790 \quad (-) \quad (10)$$

Rovnice byly vytvořeny pro období 365dní a to v období od 6. 9. 2012 do 5. 9. 2013. Grafické proložení průběhů, tedy zobrazení rovnic je vyobrazeno na grafech v přílohách 1-5.

4.3. Průběhy teplot u zemního lineárního výměníku

Pro měření teplot zemního masivu v oblasti zemního lineárního výměníku bylo použito 11 teplotních čidel. Vzhledem k velké chybovosti byla z měření vyloučena teplotní čidla s označením H4 a H6 viz obrázky 19 a 20. V grafu na obrázku 29 jsou zaznamenány průběhy teplot zemního masivu v okolí teplotního čidla H11, které je vzdálené od zemního výměníku 10 m a měří teplotu zemního masivu neovlivněnou funkcí výměníku. Zároveň je v grafu uvedený průběh průměrné teploty všech ostatních čidel (H1, H2, H3, H5, H7, H8, H9, H10), průběh teploty čidla v těsné blízkosti výměníku H1, teploty čidla neblíže zemnímu povrchu H9 a průměrné denní teploty okolního prostředí (t_e).

Veškerá měření probíhala v časových rozestupech půl hodiny. Z důvodu lepší přehlednosti byly dány teploty do souhrnů a do grafů byly zaznamenány průměrné denní ploty. Všechny teploty použité pro graf na obrázku 29 jsou uvedeny v příloze číslo 12. Průběh průměrných denních teplot všech použitých čidel je vidět v grafu v příloze číslo 11

Technickým problémem došlo v období od 21. 6. 2013 do 27. 9. 2013 k výpadku při zaznamenávání dat (červené pole v grafu). V tomto období byly hodnoty v tabulce dopočítány geometrickou řadou, nelze však data použít v tomto období pro hodnocení.

Průběhy teplot znázorněných v grafu na obrázku 26 můžeme vyjádřit na základě rovnice volného netlumeného kmitání hmotného bodu (5) rovnicemi:

$$t_{H11} = 10,090 + 7,625 * \sin(\Omega * \tau + 1,849) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{t\tau} = 0,929 \quad (-) \quad (11)$$

$$t_{H1} = 10,374 + 7,196 * \sin(\Omega * \tau + 1,723) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{t\tau} = 0,978 \quad (-) \quad (12)$$

$$t_{H9} = 11,351 + 10,772 * \sin(\Omega * \tau + 2,302) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{t\tau} = 0,906 \quad (-) \quad (13)$$

$$t_{S-\text{prům}} = 10,576 + 8,598 * \sin(\Omega * \tau + 2,048) \quad (^\circ\text{C})$$

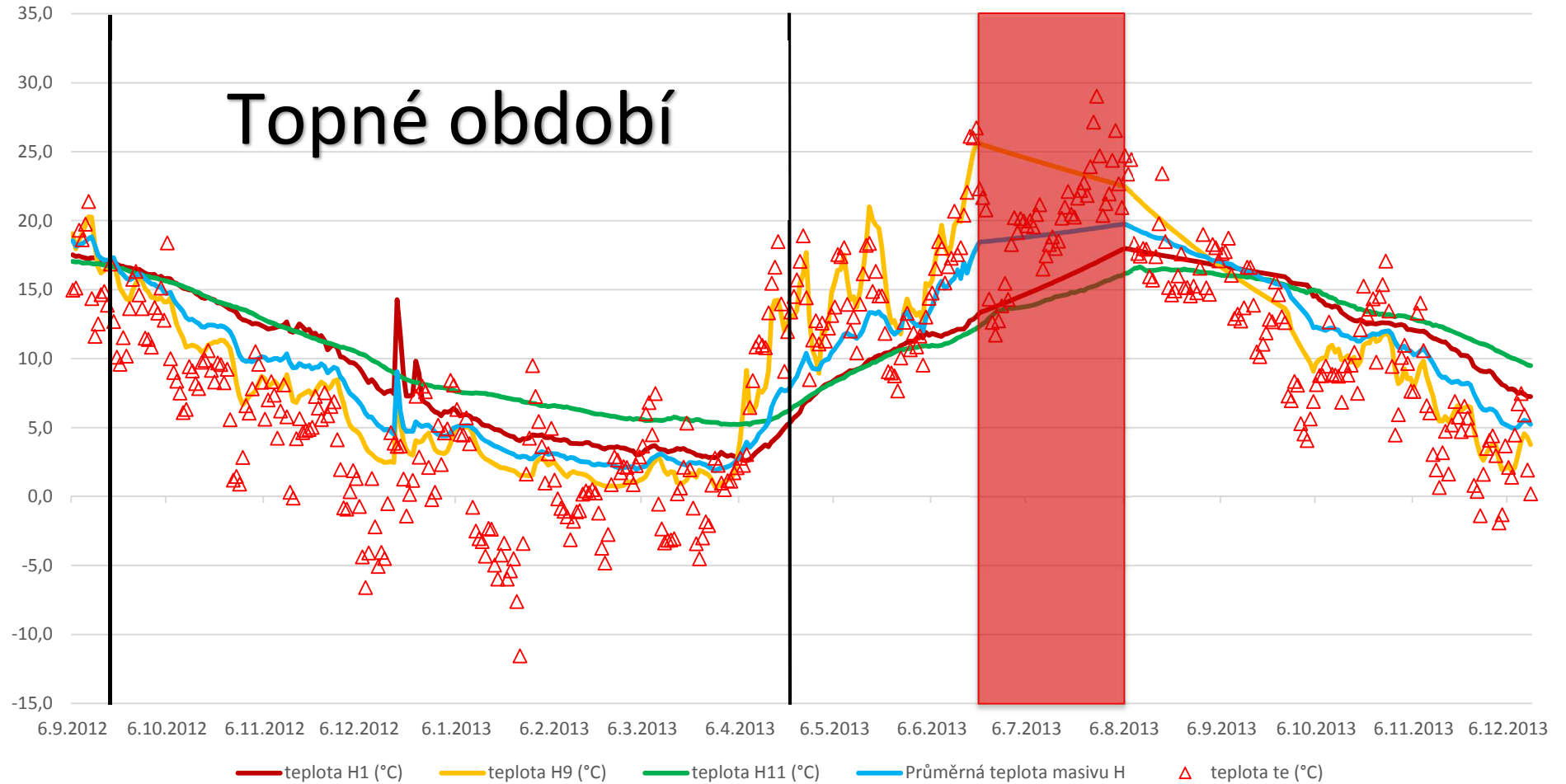
$$I^2_{t\tau} = 0,966 \quad (-) \quad (14)$$

$$t_e = 10,406 + 9,284 * \sin(\Omega * \tau + 2,373) \quad (^\circ\text{C})$$

$$I^2_{te} = 0,790 \quad (-) \quad (15)$$

Rovnice byly vytvořeny pro období 365dní a to v období od 6. 9. 2012 do 5. 9. 2013. Grafické proložení průběhů, tedy zobrazení rovnic je vyobrazeno na grafech v přílohách 5-9.

Průběhy teplot - výměník s typickým uložením



Obr. 29 - Průběhy teplot referenčního čidla H11, čidla v nejmenší hloubce H9, čidla v těsné blízkosti výměníku H1, průměrných teplot u lineárního výměníku a teplot vnějšího prostředí

4.4. Porovnání průběhů teplot u měřených výměníků

V následujícím grafu na obrázku 30 je znázorněné porovnání průměrných teplot zemního masivu v okolí zemního výměníku typu Slink se zemním lineárním výměníkem. Zároveň jsou v grafu znázorněny teploty v okolí čidel S10 a H11, kde jsou uváděny teploty zemního masivu v takové vzdálenosti od zemních výměníků, aby nedocházelo k jejich ovlivňování.

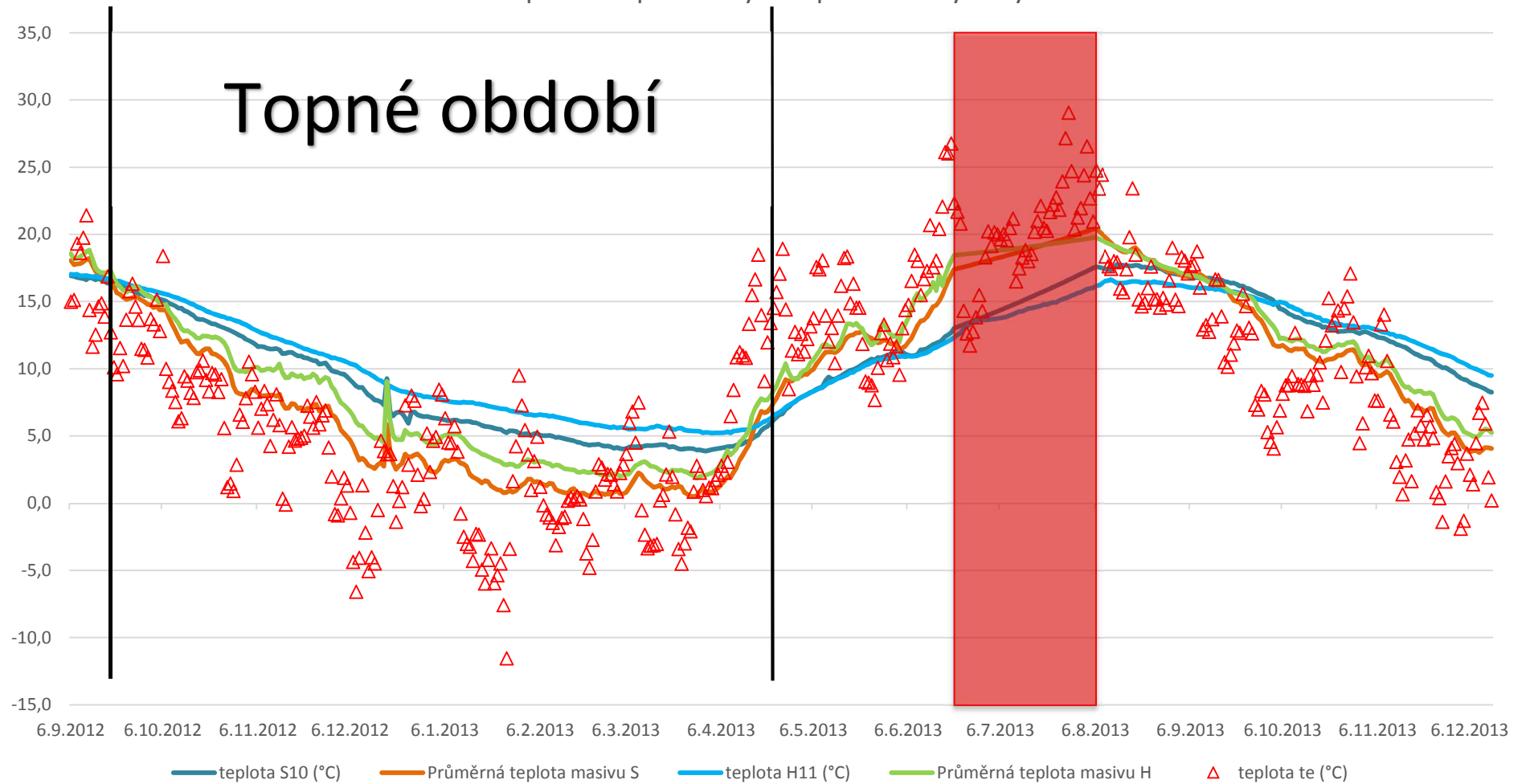
Průběhy teplot v okolí čidel S10 a H11 mají stejný průběh, ale jejich rychlost klesání a stoupání je rozdílná vlivem hloubky uložení. Čidlo S10 je uloženo v hloubce 1,5 m a číslo H11 v hloubce 1,8 m pod povrchem země. Rozdíl činicí 0,3 m ovlivnil teplotu zemního masivu v okolí čidel především v zimním období, kdy teplota u čidla blíže zemnímu povrchu (S10) klesala rychleji. V letním období se teploty vyrovnaly a pohybovaly se s minimálním rozdílem.

Stejným způsobem se chovají i průběhy průměrných teplot v okolí výměníků. Teploty mají rovněž stejný průběh, ale rozdílnou rychlost klesání a stoupání. V zimním období docházelo k rychlejšímu klesání teploty u výměníku typu Slink což bylo způsobeno menší hloubkou uložení a tím možným ovlivňováním teploty vnějšího prostředí (t_e), ale vlivem menší hloubky docházelo v letním období k jeho rychlejší regeneraci.

K regeneraci zemních výměníků docházelo již v průběhu topného období, které bylo ukončeno 22. 4. 2013. Teploty zemních výměníků však stoupaly již od 9. 4. 2013, kdy razantně začala stoupat teplota vnějšího prostředí (t_e). Růst teploty vnějšího prostředí způsobil pokles odebírání tepelné energie ze zemního masivu a zároveň umožnil i regeneraci.

Z grafu vyplývá, že k vyrovnání teplot způsobené rozdílnou hloubkou uložení mezi měřenými výměníky došlo již po 1 měsíci od 9. 4. 2013, kdy se začala zvyšovat teplota vnějšího prostředí.

Porovnání průběhu průměrných teplot měřených výměníků



Obr. 30 - Porovnání průběhů teplot čidel v nejmenší hloubce, průměrných teplot u měřených výměníků a teplot vnějšího prostředí

5. Závěr

V této diplomové práci jsme se zaměřili na sledování teplot v zemním masivu a její analýzu v době letního a zimního období od 6. 9. 2012 do 6. 9. 2013 a to v různých hloubkách uložení. Srovnávání teplot v zemním masivu v jednotlivých dnech v různých letech lze použít pouze v případě dlouhodobého monitorování. Teplota je totiž z velké části ovlivňována teplotou vnějšího prostředí. V námi sledovaném období jednoho roku je průkaznější srovnávání teplot referenčních čidel uložených v takové vzdálenosti, aby nedocházelo k ovlivňování s teplotami v těsné blízkosti zemních výměníků.

Výsledkem měření a analýzy teplot je, že zemní masiv se vlivem přirozených klimatických jevů dokáže plně zregenerovat v průběhu 1-2 měsíců a to od doby, kdy se výrazně zvýší venkovní teplota. Posuzovaná tepelná čerpadla slouží k vytápění administrativní budovy a zvýšení teploty vnějšího prostředí snižuje odebrání tepelné energie, což umožní regeneraci ještě před úplným oficiálním ukončením topné sezóny. Plně zregenerovaný zemní výměník je ve chvíli, kdy se teplota čidla v těsné blízkosti trubky výměníku (S1 a H1) rovná teplotě referenčního neovlivněného čidla (S10 a H11).

V případě zemního výměníku typu Slink došlo k úplnému zregenerování 16. 5. 2013 tedy 25 dní od ukončení topného období, ale 38 dní od data, kdy se razantně zvýšila vnější teplota okolního prostředí tedy od 9. 4. 2013. V den úplného zregenerování se teploty čidel S1 a S10 vyrovnaly na hodnotu 9,6°C.

U zemního lineárního výměníku došlo k úplnému zregenerování 2. 5. 2013 tedy 11 dní od ukončení topného období, ale 24 dní od data, kdy se razantně zvýšila vnější teplota okolního prostředí tedy od 9. 4. 2013. V den úplného zregenerování se teploty čidel H1 a H11 vyrovnaly na hodnotu 7,8°C.

Oba měřené zemní výměníky se zregenerovaly za zlomek délky letního období, díky čemuž můžeme říct, že pro zregenerování není nutné využívat aktivní způsoby regenerace. Pro nabití zemního masivu tepelnou energií, kterou jsme přes topné období odebrali, plně postačují přirozené klimatické podmínky. K „vymrznutí“ zemního výměníku nemůže dojít. Špatným návrhem můžeme způsobit nižší účinnost, vyšší spotřebu energie a v případě navržené nedostatečné hloubky i poškozování porostu nad výměníkem.

6. Seznam literatury

- [1] Karlík, R. Tepelné čerpadlo pro váš dům. 1st ed.
Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. 112 p. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [2] MFrost, Popis a princip tepelných čerpadel. Thermia [Online] 2012.
<http://www.mfrost.cz/?sluzba=tepelna-cerpadla&vyrobce=thermia&rada=popis-a-princip-tepelných-cerpadel> (accessed Nov 19, 2013).
- [3] Hořejší, M. Tepelná čerpadlo pro každého (II). www.tzb-info.cz [Online] 2002.
<http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>
(accessed Nov 19, 2013).
- [4] IVT, Proč se nemůže zemní kolektor vymrazit. Švédská tepelná čerpadla [Online].
<http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/proc-se-nemuze-zemni-kolektor-vymrazit>
(accessed Nov 26, 2013).
- [5] Heřmanský, B., Štoll, I. Energie pro 21. století. 1st ed. 1992.
ISBN 80-01-00817-7.
- [6] Natural Resources Canada, GROUND-SOURCE HEAT PUMP PROJECT
ANALYSIS . CHAPTER, 2005
ISBN 0-662-39150-0
- [7] AB KLIMATIZACE, Tepelná čerpadla - Altherma. <http://www.topim.cz/tepelna-cerpadla-daikin-a-lg/> (accessed Nov 26, 2013).
- [8] GERO top, Instalace plošného kolektoru. <http://www.gerotop.cz/cs/sluzby/clanky-o-tc/instalace-plosneho-kolektoru/> (accessed Nov 26, 2013).
- [9] Yan Song; Yang Yao; Wei Na; Impacts of Soil and Pipe Thermal Conductivity on Performance of Horizontal. Renewable Energy Resources and a Greener Future
Vol.VIII-11-1 2006
- [10] Beranovský, J., Truxa, J., et al. Alternativní energie pro váš dům. 2nd ed.
Vydavatelství ERA, 2004.
- [11] K.J. Albers: Untersuchungen zur Auslegung von Erdwärmetauschern für die
Konditionierung der Zuluft für Wohngebäude (Dissertation 1991 UNI Dortmund)
- [12] SOLARGIS; Czech Republik. Solar Radiation Maps. <http://solargis.info/doc/71>
(accessed Nov 28, 2013).
- [13] Zmrhal, V. TEPELNÉ PROSTŘEDÍ V PROSTORU S KAPILÁRNÍMI
ROHOŽEMI; ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí: Praha,

- [14] Zmrhal, V. Kapilární rohože v praktických aplikacích, 2009. tzbinfo.
<http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/5574-kapilarni-rohoze-v-praktickyh-aplikacich> (accessed Nov 28, 2013).
- [15] Mikulčák, J.; et al. Matematické, fyzikální a chemické tabulky, 1st ed.; Státní pedagogické nakladatelství: Praha, 1989.
- [16] Kolektiv; INFOMET, ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV.
www.infomet.cz (accessed Jan 03, 2014).
- [17] Možný, M.; Bareš, D. AKTUÁLNÍ INFORMACE O VLHKOSTI PŮDY PRO MONITORING A HODNOCENÍ SUCHA AKTUÁLNÍ INFORMACE O VLHKOSTI PŮDY PRO MONITORING A HODNOCENÍ SUCHA;
Český hydrometeorologický ústav: Observatoř Doksy
- [18] Adamovský, R. Energetické stroje a zařízení - Tepelná čerpadla. Přednáška číslo 6, ČZU - Praha, 2013.
- [19] Adamovský, R.; Neuberger, P.; Šed'ová, M., ENERGIES - Temperatures and Heat Flows in a Soil Enclosing a Slinky Horizontal Heat; Praha: Czech University of Life Sciences, 2013; ISSN 1996-1073.
- [20] Adamovský, R.; Mašek, L.; Neuberger, P.; Analysis of rock mass borehole temp. with vertical heat exchanger; Research in Agricultural Engineering; 58: 57-65.
- [21] The Engineering ToolBox: Ethanol Freeze Protected Water Solutions, Available at http://www.engineeringtoolbox.com/ethanol-water-d_989.html (accessed 2.7 2013).

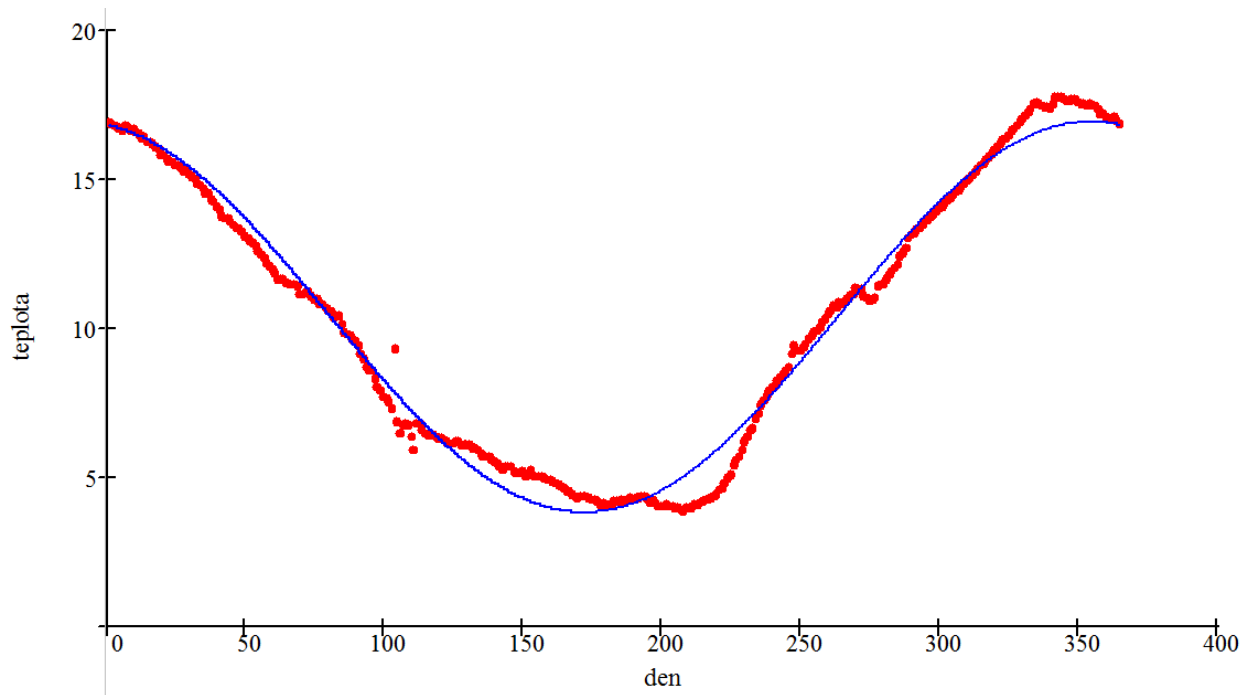
7. Seznam obrázků a tabulek

OBR. 1 - ZÁKLADNÍ PRINCIP TEPELNÉHO ČERPADLA [2]	8
OBR. 2 - TEPELNÉ ČERPADLO VZDUCH/VZDUCH(VODA) [3]	10
OBR. 3 - TEPELNÉ ČERPADLO VODA/VODA S VYUŽITÍM STUDNIČNÍ VODY [3]	11
OBR. 4 - TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ/VODA [3]	12
OBR. 5 - ZPŮSOBY ULOŽENÍ PLOŠNÝCH ZEMNÍCH KOLEKTORŮ [1]	15
OBR. 6 - ŘEZ VÝKOPY PRO ULOŽENÍ KOLEKTORU S/BEZ PÍSKOVÉHO LOŽE [8]	16
OBR. 7 - GRAF PRŮMĚRNÉHO POČTU SLUNEČNÝCH HODIN V MĚSÍCÍCH.....	19
OBR. 8 - PRŮMĚRNÉ HORIZONTÁLNÍ SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ NA ČR V LETECH 2004-2010 [12]	19
OBR. 9 - SCHÉMA ROZLOŽENÍ SOLÁRNÍ ENERGIE [6]	20
OBR. 10 - PRŮBĚH TEPLOT V NEPORUŠENÉ ZEMI V ZÁVISLOSTI NA HLOUBCE A ROČNÍM OBDOBÍ [11]	20
OBR. 11 - DETAIL KAPILÁRNÍ ROHOŽE [13].....	21
OBR. 12 - ZÁKLADNÍ TYPY KAPILÁRNÍCH ROHOŽÍ [14]	23
OBR. 13 - POROVNÁNÍ VÝKONŮ RŮZNÝCH TYPŮ KAPILÁR.....	24
OBR. 14 - ÚHRN SRÁŽEK V LETECH 1961-2010 [16]	25
OBR. 15 - ROČNÍ ÚHRN SRÁŽEK V ROCE 2006 [16]	25
OBR. 16 - MAPA ROZDĚLENÍ KRAJŮ ČR PODLE KATEGORIÍ PŮDNÍ VLHKOSTI [17].....	26
OBR. 17 - SCHÉMA ZEMNÍHO VÝMĚNÍKU TYPU SLINK.....	28
OBR. 18 - SCHÉMATICKÝ ŘEZ ZEMNÍM VÝMĚNÍKEM TYPU SLINK	29
OBR. 19 - SCHÉMA ZEMNÍHO LINEÁRNÍHO VÝMĚNÍKU	30
OBR. 20 - SCHÉMATICKÝ ŘEZ ZEMNÍM LINEÁRNÍM VÝMĚNÍKEM	30
OBR. 21 - ZÁVISLOST MĚRNÉ TEPELNÉ KAPACITY NA TEPLOTĚ (ZPRACOVÁNÍ PODLE [21])	32
OBR. 22 - ZÁVISLOST MĚRNÉ HMOTNOSTI NA TEPLOTĚ (ZPRACOVÁNÍ PODLE [21]).....	32
OBR. 23 - ZÁVISLOST SOUČinitele TEPELNÉ VODIVOSTI NA TEPLOTĚ (ZPRACOVÁNÍ PODLE [21])	33
OBR. 24 - ZÁVISLOST KINEMATICKÉ VIZKOZITY NA TEPLOTĚ (ZPRACOVÁNÍ PODLE [21])	33
OBR. 25 - GLOBÁLNÍ ZÁŘENÍ A PRŮBĚH TEPLoty VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ.....	35
OBR. 26 - PRŮBĚH RELATIVNÍ VLHKOSTI VZDUCHU A ÚHRNY SRÁŽEK	36
OBR. 27 - SCHÉMA PROCESŮ SDÍLENÍ TEPLA [18]	37
OBR. 28 - PRŮBĚHY TEPLOT REFERENČNÍHO ČIDLA S10, ČIDLA V NEJMENŠÍ HLOUBCE S9, ČIDLA V BLÍZKOSTI VÝMĚNÍKU S1, PRŮMĚRNÝCH TEPLOT U VÝMĚNÍKU TYPU SLINK A TEPLOT VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ.....	40
OBR. 29 - PRŮBĚHY TEPLOT REFERENČNÍHO ČIDLA H11, ČIDLA V NEJMENŠÍ HLOUBCE H9, ČIDLA V TĚSNÉ BLÍZKOSTI VÝMĚNÍKU H1, PRŮMĚRNÝCH TEPLOT U LINEÁRNÍHO VÝMĚNÍKU A TEPLOT VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ.....	43
OBR. 30 - POROVNÁNÍ PRŮBĚHŮ TEPLOT ČIDEL V NEJMENŠÍ HLOUBCE, PRŮMĚRNÝCH TEPLOT U MĚŘENÝCH VÝMĚNÍKŮ A TEPLOT VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	45
TAB. 1 - SMĚRNÉ HODNOTY MOŽNÉHO ODBĚRU TEPLA PRO PLOŠNÝ KOLEKTOR [8]	15
TAB. 2 - PARAMETRY HLAVNÍCH LÁTEK PŮDY [9]	17
TAB. 3 - MATERIÁLY DNES VYUŽÍVANÉ PRO KOLEKTORY A JEJICH TEPELNÁ VODIVOST [9]	17
TAB. 4 - ORIENTAČNÍ ROZMĚRY KAPILÁRNÍCH ROHOŽÍ [14]	23
TAB. 5 - TEPELNÁ VODIVOST VODY [15]	24
TAB. 6 - KATEGORIE PŮDNÍ VLHKOSTI [17]	26
TAB. 7 - TEPELNÁ CHARAKTERISTIKA ZEMNÍHO MASIVU	31

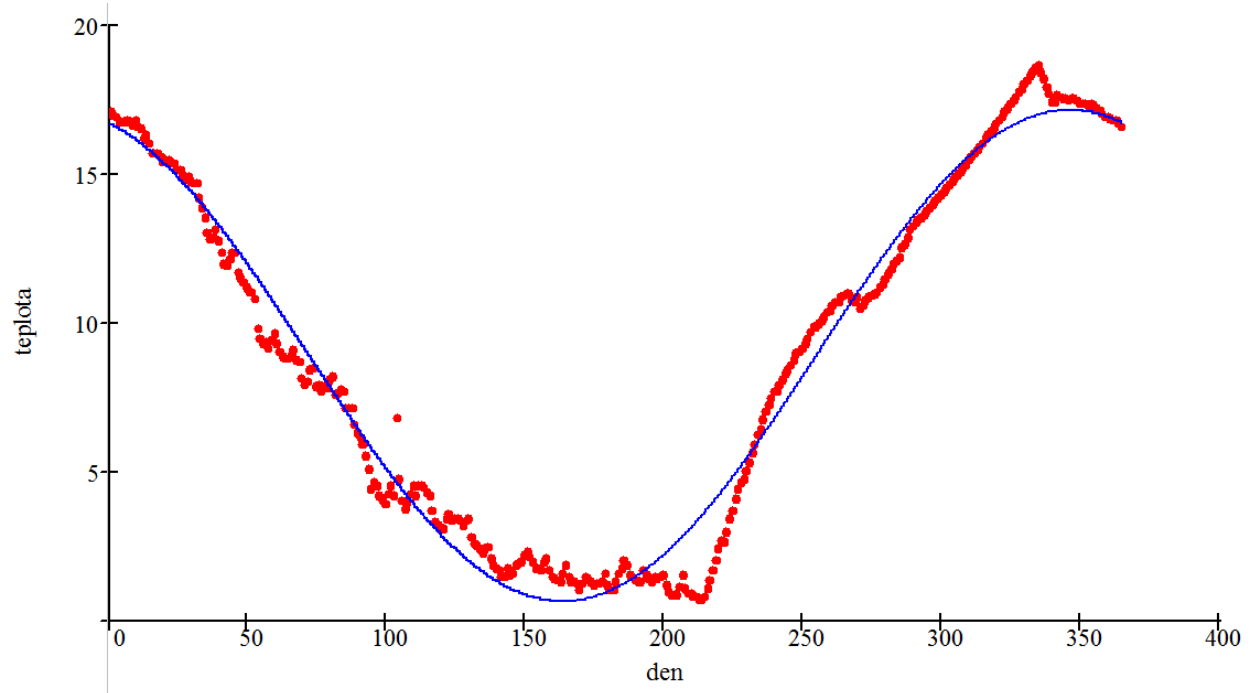
8. Seznam použitých jednotek

Označení	Veličina	Jednotka
a	Součinitel teplotní vodivosti	[m ² /s]
C	Objemová měrná tepelná kapacita	[J/m ³ .K]
c_{ps}	Měrná tepelná kapacita teplotnosné látky	[J/kg.K]
c_{pw}	Měrná tepelná kapacita vody	[J/kg.K]
d_1	Vnitřní průměr trubky výměníku	[m]
d_2	Vnější průměr trubky výměníku	[m]
h	Hloubka uložení trubek zemního výměníku	[m]
H_x, S_x, t_{Sx}, t_{Hx}	Teplota zemního masivu	[°C]
I_{tr}^2, I_{te}^2	Index deformace	[-]
r_1	Vnitřní poloměr trubky výměníku	[m]
R_g	Globální záření	[W/m ²]
R_t	Tepelný odpor stěny trubky	[m.K/W]
R_z	Tepelný odpor zemního masivu	[m.K/W]
R_α	Tepelný odpor konvekce na vnitřní straně trubky	[m.K/W]
s	Rozteč trubek zemního výměníku	[m]
t	Teplota	[°C]
\bar{t}	Střední teplota	[°C]
t_e	Teplota vnějšího prostředí	[°C]
ν_s	Viskozita teplotnosné látky	[m ² /s]
ν_w	Viskozita vody	[m ² /s]
w	Objemová vlhkost	[%]
α_s	Součinitel přestupu tepla mezi stěnou trubky a teplotnosnou kapalinou	[W/m ² .K]
Δt_A	Amplituda oscilace kolem teploty \bar{t}	[°C]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	[W/m.K]
λ_z	Součinitel tepelné vodivosti zemního masivu	[W/m.K]
λ_s	Součinitel tepelné vodivosti teplotnosné látky	[W/m.K]
λ_t	Součinitel tepelné vodivosti materiálu trubky výměníku	[W/m.K]
λ_w	Součinitel tepelné vodivosti vody	[W/m.K]
ρ_s	Měrná hmotnost teplotnosné látky	[kg/m ³]
ρ_w	Měrná hmotnost vody	[kg/m ³]
τ	Počet dní od počátku měření	[den]
φ	Počáteční fáze kmitu	[rad]
φ_e	Relativní vlhkost	[%]
Ω	Úhlová rychlost	[rad/den]

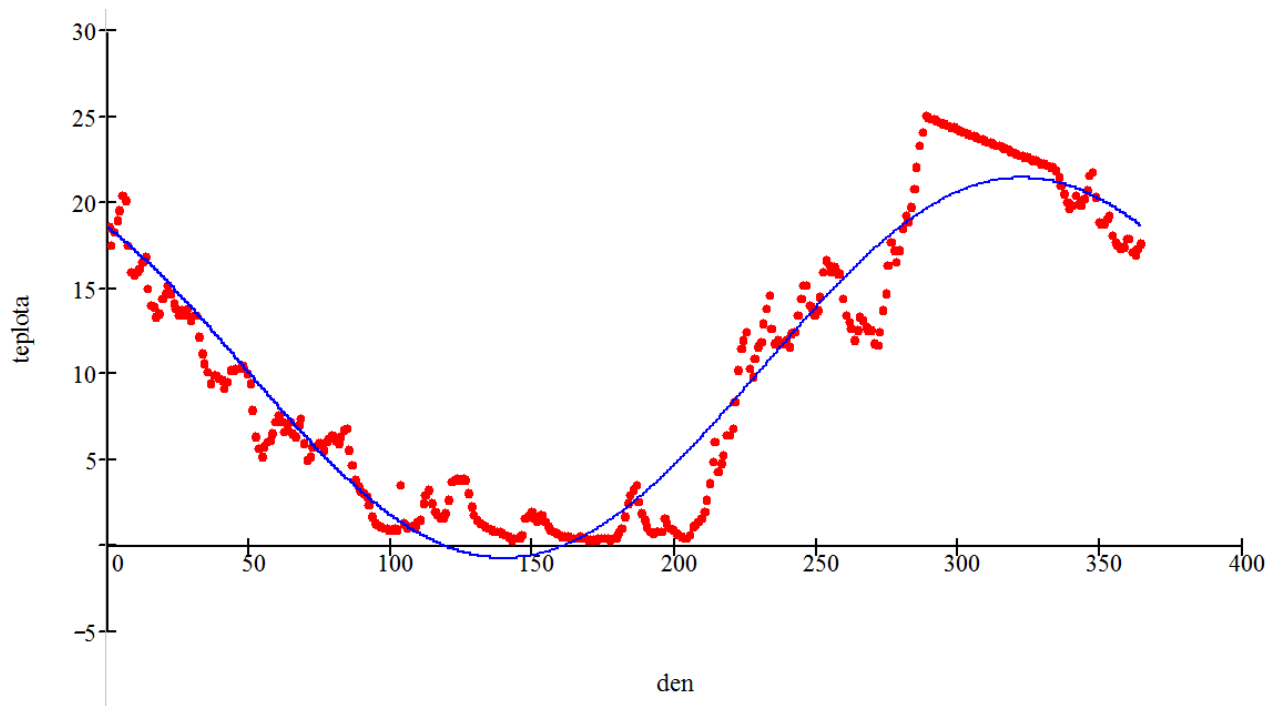
9. Přílohy



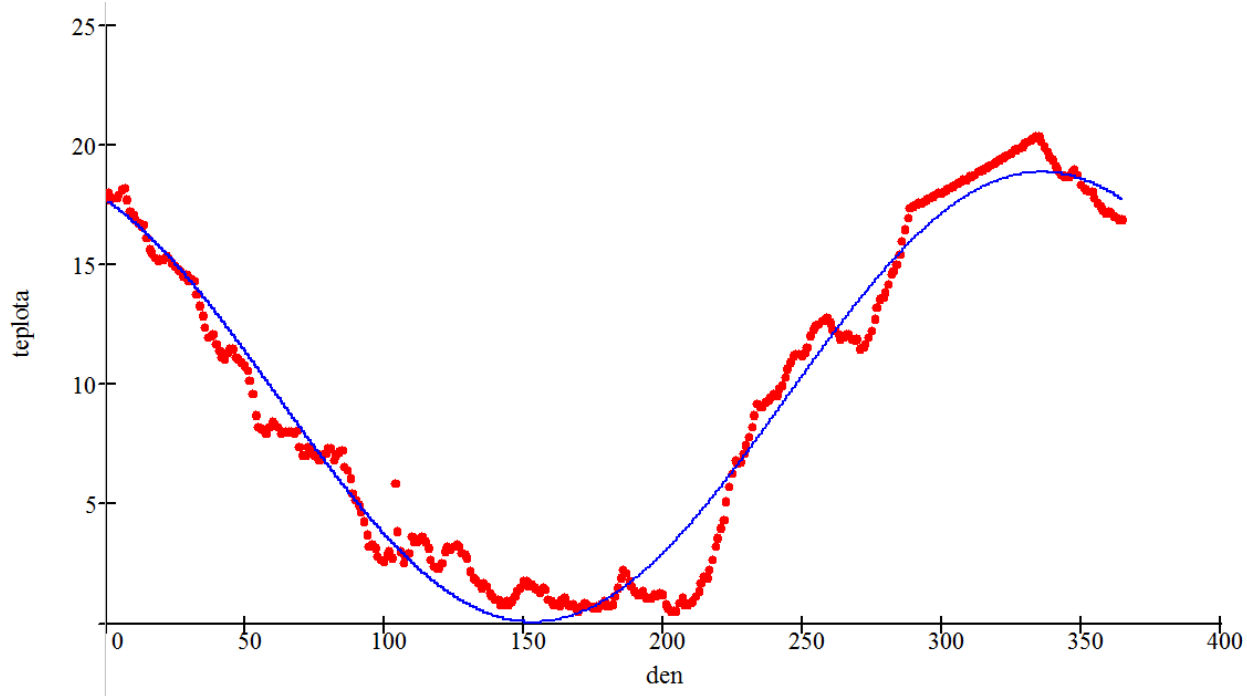
Příloha 1 – Regresní analýza čidla S10 - referenční čidlo (Slink)



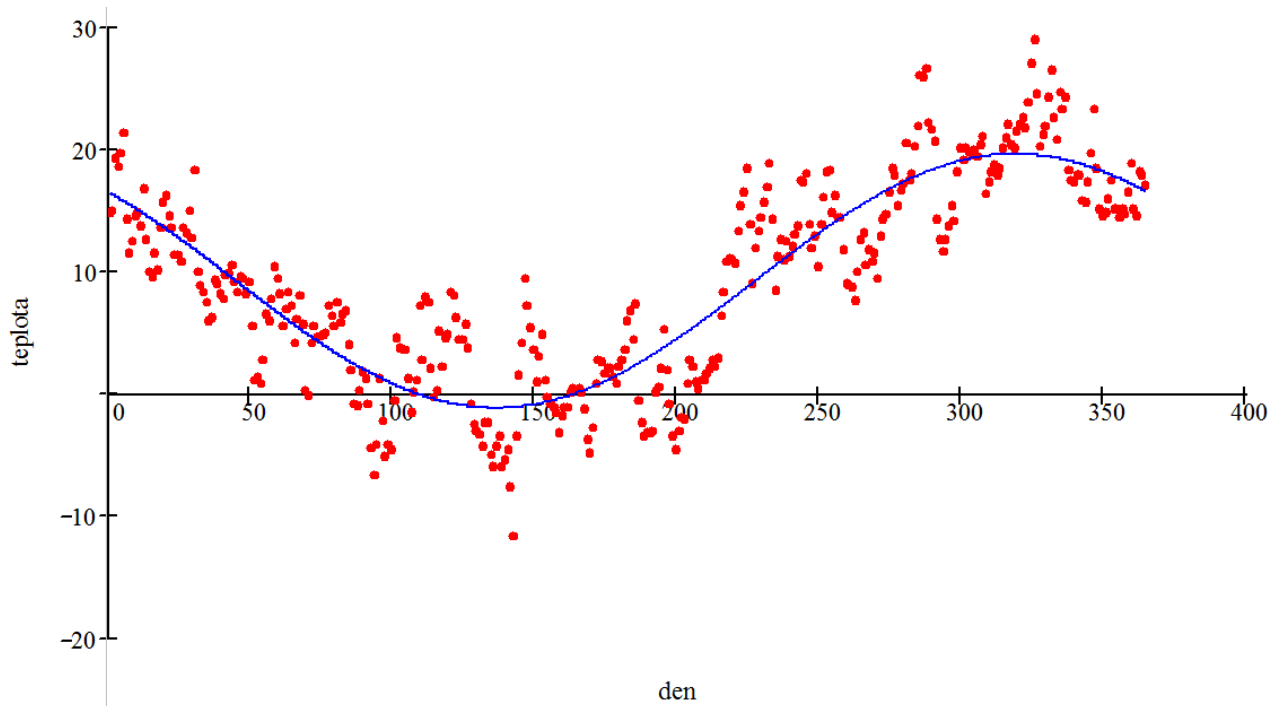
Příloha 2 - Regresní analýza čidla S1 - čidlo v těsné blízkosti zemního výměníku (Slink)



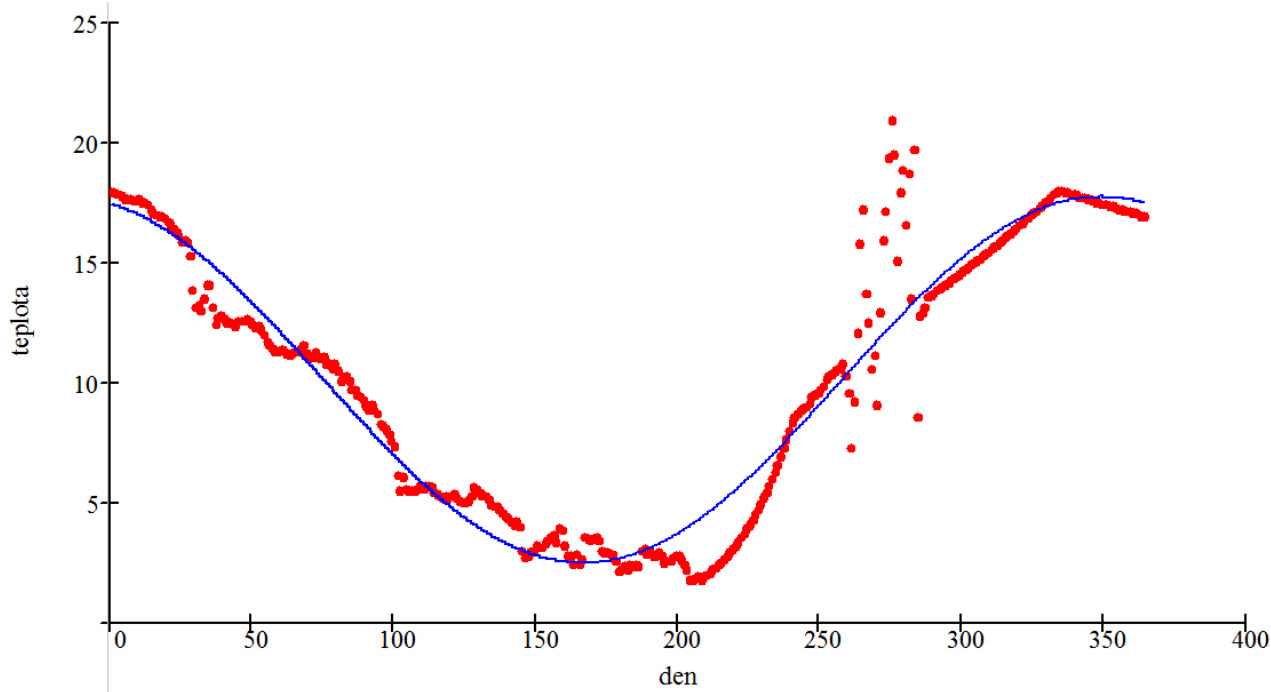
Příloha 3 - Regresní analýza čidla S9 - čidlo nejbližší zemskému povrchu (Slink)



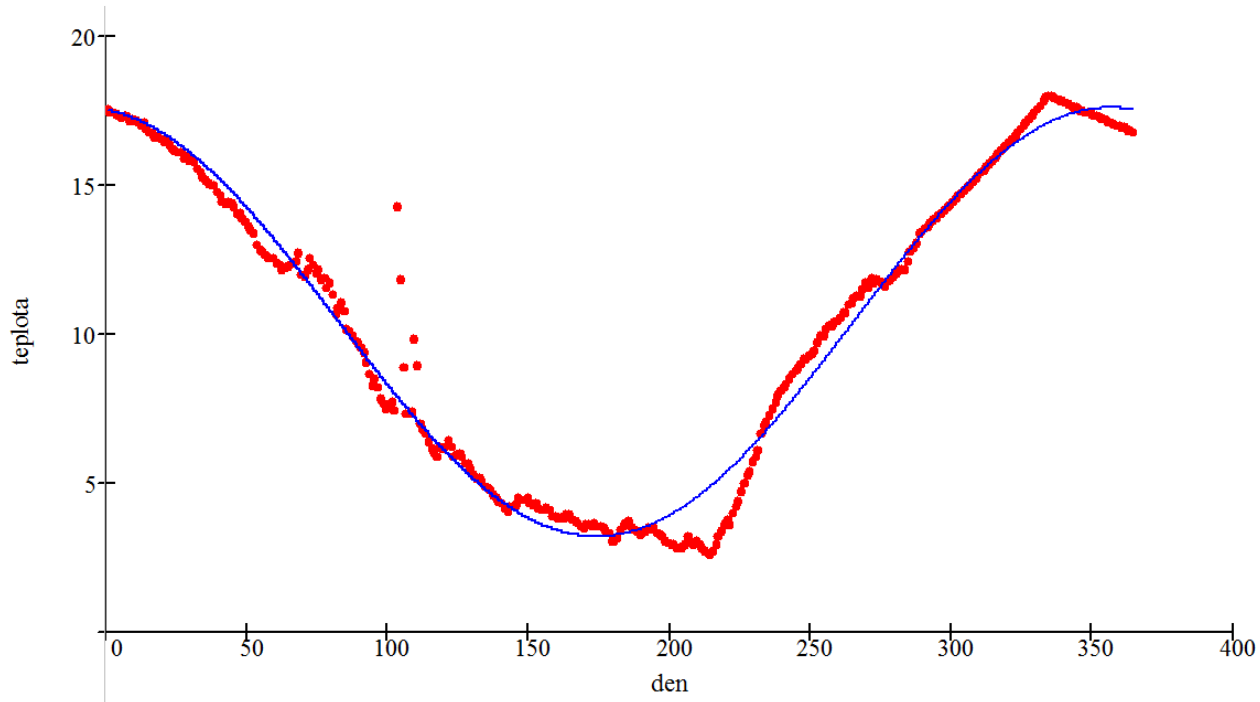
Příloha 4 - Regresní analýza čidla průměru z teplotních čidel S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8 a S9 (Slink)



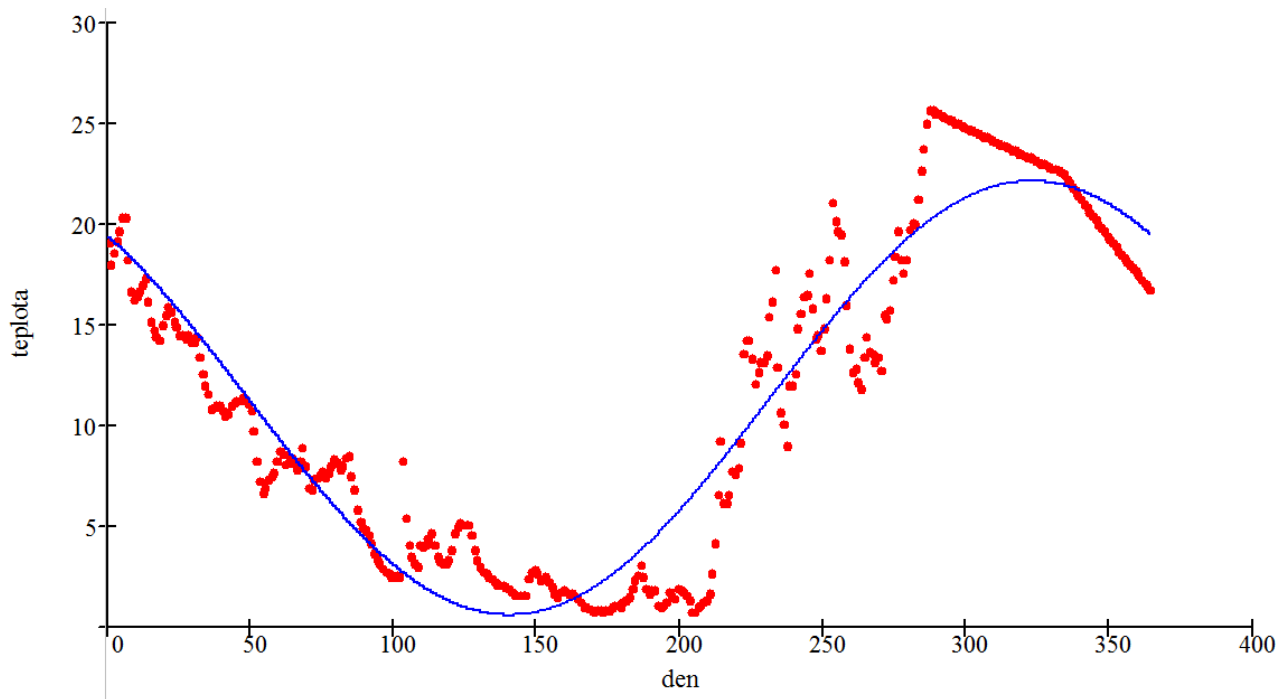
Příloha 5 - Regresní analýza teploty vnějšího prostředí (te)



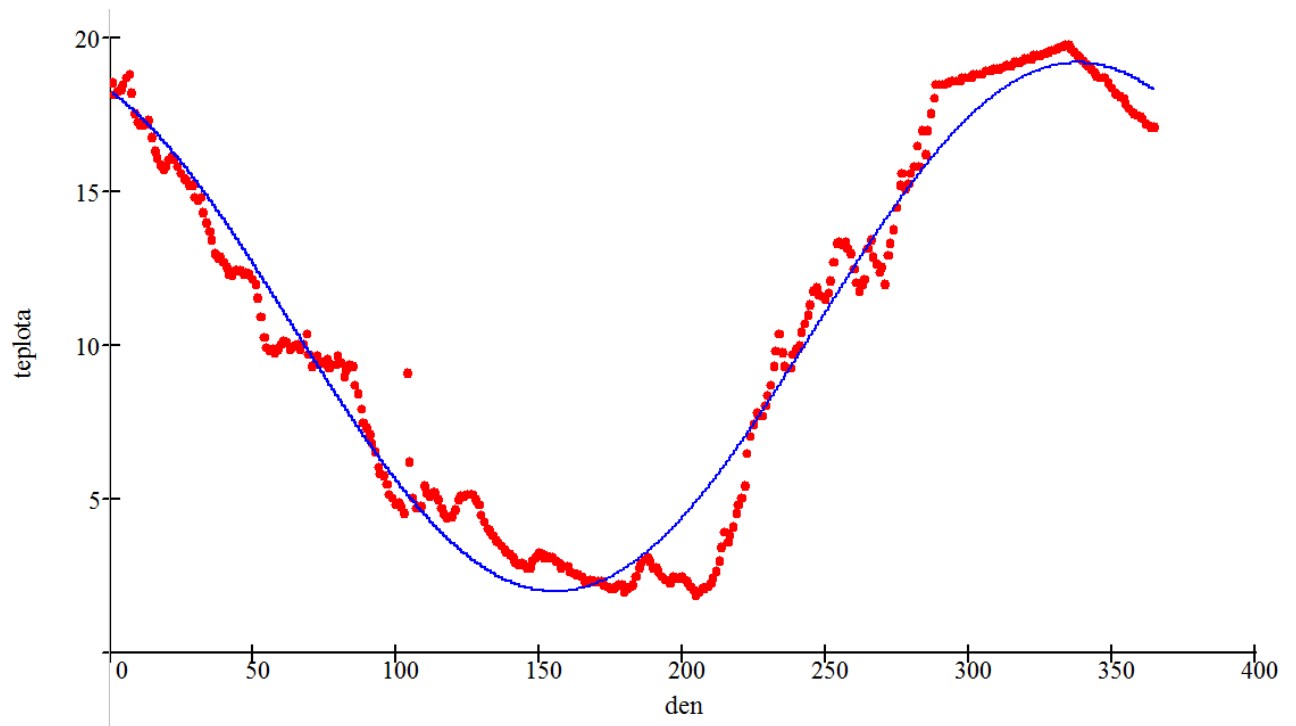
Příloha 6 - Regresní analýza čidla H11 - referenční čidlo (Lineární)



Příloha 7 - Regresní analýza čidla H1 - čidlo v těsné blízkosti zemního výměníku (Lineární)

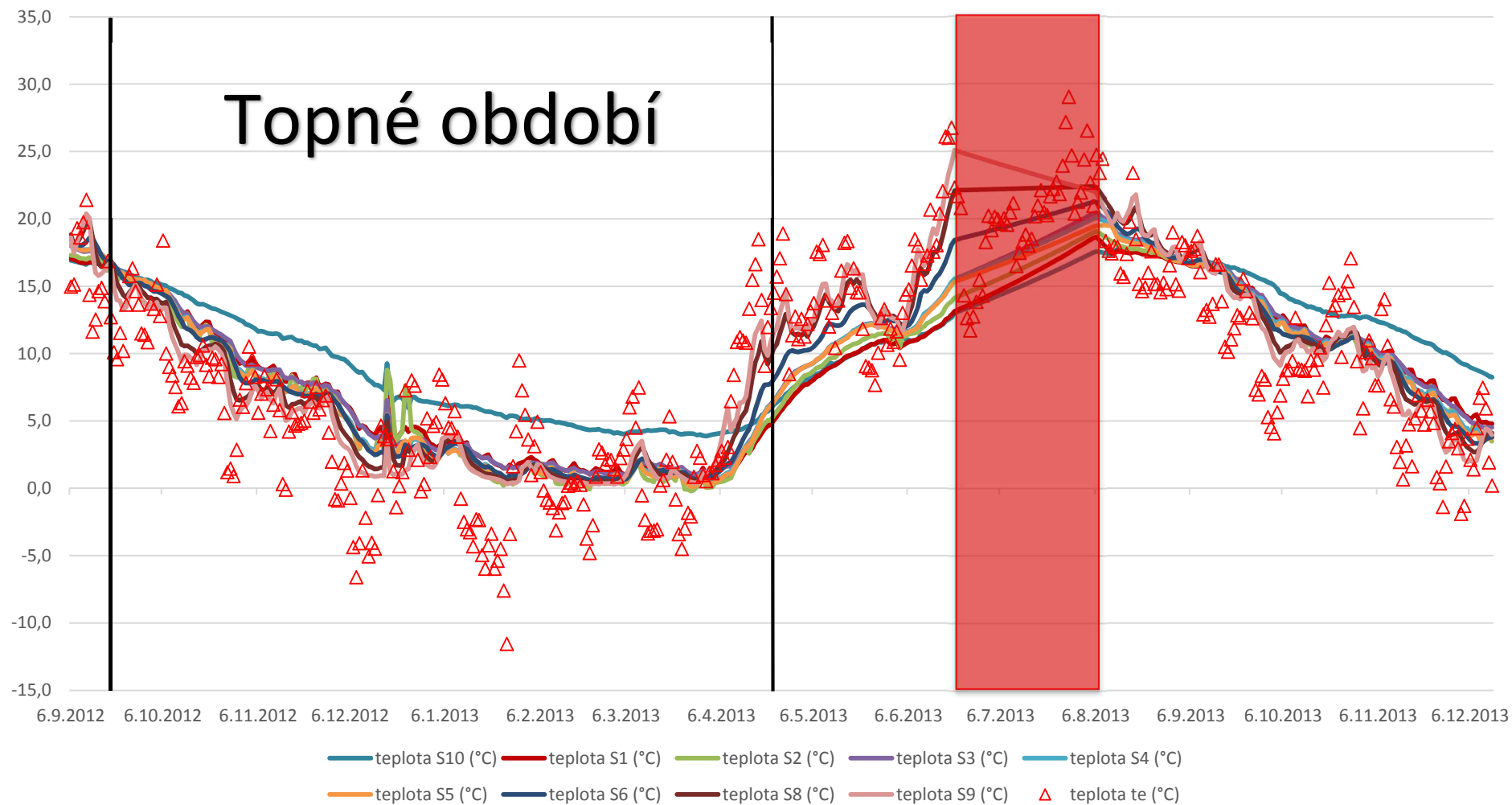


Příloha 8 - Regresní analýza čidla H9 - čidlo nejbliže zemskému povrchu (Lineární)



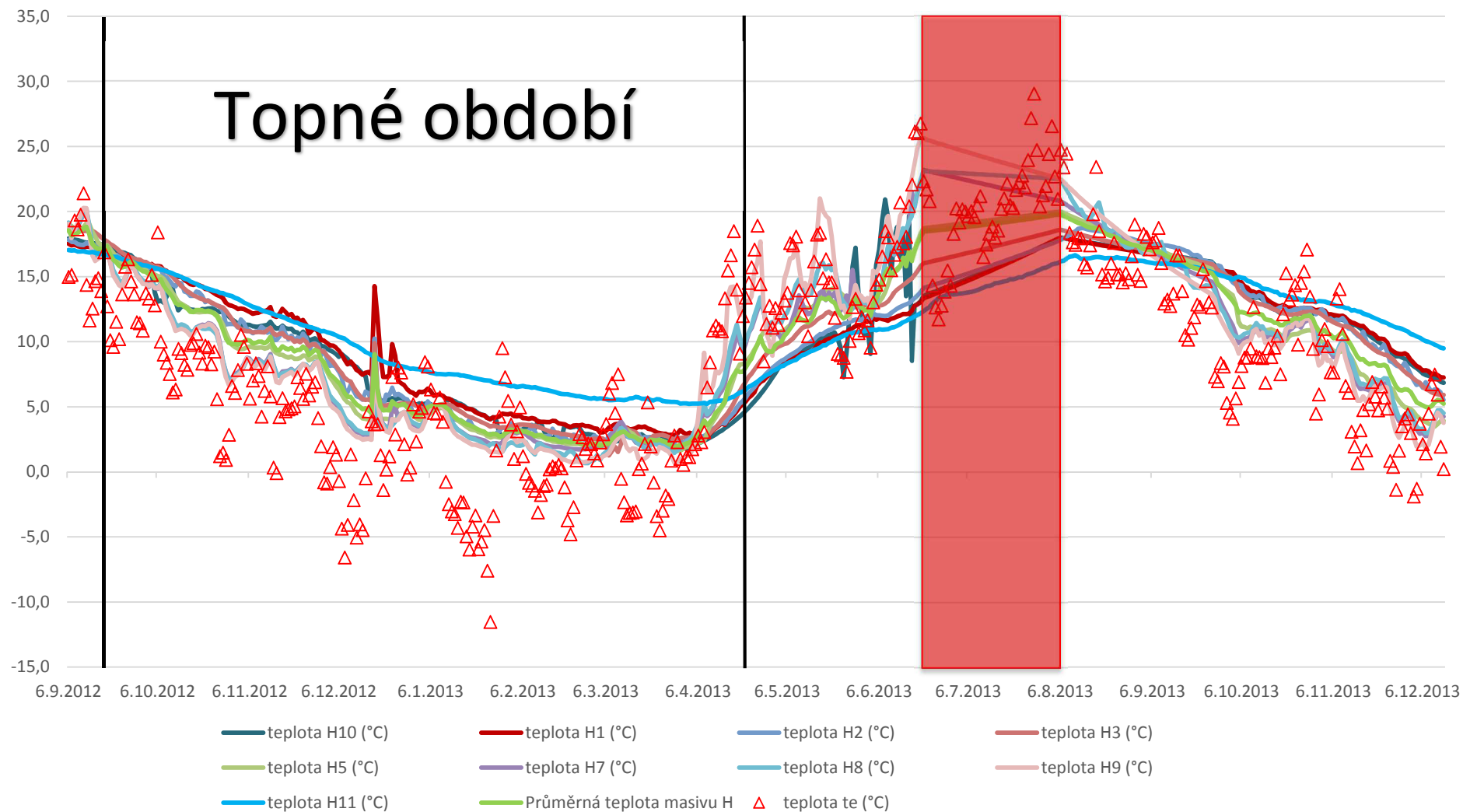
Příloha 9 - Regresní analýza čidla průměru z teplotních čidel H1, H2, H3, H5, H7, H8, H9, H10 (Lineární)

Porovnání průběhu průměrných teplot všech čidel výměníku typu Slink



Příloha 10 - Porovnání průběhů průměrných teplot všech čidel výměníku typu Slink a teplot vnějšího prostředí

Porovnání průběhu průměrných teplot všech čidel zemního lineárního výměníku



Příloha 11 - Porovnání průběhu průměrných teplot všech čidel zemního lineárního výměníku a teplot vnějšího prostředí

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
6.9.2012	16,9	17,1	17,3	18,0	18,1	18,0	18,5	18,8	18,6	18,0	17,9	17,5	17,8	18,9	19,0	19,0	19,1	19,0	17,0	18,6	15,0
7.9.2012	16,9	17,0	17,3	17,9	17,9	17,9	18,3	18,2	17,5	17,7	17,8	17,4	17,7	18,8	18,9	18,3	18,5	18,0	17,0	18,2	15,1
8.9.2012	16,8	16,9	17,2	17,8	17,9	17,9	18,1	18,2	18,3	17,8	17,8	17,4	17,7	18,7	18,7	18,4	18,5	18,5	17,0	18,2	19,3
9.9.2012	16,8	16,8	17,1	17,7	17,8	17,7	18,0	18,6	18,9	17,8	17,8	17,4	17,5	18,6	18,6	18,8	18,9	19,1	16,9	18,3	18,6
10.9.2012	16,7	16,8	17,1	17,6	17,7	17,7	18,1	19,1	19,6	17,9	17,7	17,3	17,4	18,5	18,7	19,3	19,4	19,6	16,9	18,5	19,8
11.9.2012	16,6	16,7	17,0	17,6	17,7	17,7	18,3	19,6	20,4	18,1	17,7	17,2	17,4	18,5	18,8	19,8	19,9	20,3	16,9	18,7	21,4
12.9.2012	16,8	16,8	17,1	17,6	17,7	17,8	18,6	19,9	20,1	18,2	17,6	17,3	17,6	18,5	19,1	20,1	20,1	20,3	16,9	18,8	14,4
13.9.2012	16,7	16,8	17,0	17,6	17,8	17,7	18,6	18,7	17,5	17,7	17,6	17,3	17,5	18,6	19,0	18,6	18,8	18,2	16,8	18,2	11,6
14.9.2012	16,6	16,6	16,9	17,6	17,8	17,7	18,1	17,3	16,0	17,3	17,6	17,1	17,3	18,5	18,5	17,0	17,4	16,6	16,9	17,5	12,5
15.9.2012	16,7	16,8	17,0	17,5	17,6	17,6	17,8	16,7	15,8	17,1	17,6	17,2	17,4	18,4	18,1	16,6	16,8	16,2	16,8	17,3	14,6
16.9.2012	16,6	16,6	16,8	17,3	17,4	17,4	17,3	16,4	15,9	16,9	17,6	17,1	17,2	18,2	17,6	16,4	16,6	16,4	16,8	17,1	14,9
17.9.2012	16,5	16,5	16,7	17,1	17,2	17,2	17,0	16,5	16,2	16,8	17,5	17,1	17,1	18,0	17,4	16,6	16,8	16,6	16,7	17,1	13,9
18.9.2012	16,4	16,2	16,2	16,8	16,9	16,9	16,8	16,7	16,5	16,6	17,5	17,0	16,9	17,8	17,3	16,9	16,9	16,9	16,7	17,2	16,9
19.9.2012	16,4	16,3	16,4	16,7	16,7	16,7	16,8	16,9	16,8	16,7	17,4	17,1	17,1	17,7	17,4	17,3	17,3	17,3	16,7	17,3	12,7
20.9.2012	16,3	16,0	16,0	16,5	16,5	16,5	16,6	16,1	15,0	16,2	17,2	16,9	16,8	17,5	17,1	16,2	16,4	16,1	16,6	16,8	10,1
21.9.2012	16,2	15,7	15,3	16,3	16,2	16,1	16,3	15,2	14,0	15,6	17,1	16,7	16,6	17,4	16,8	15,3	15,5	15,1	16,5	16,3	9,6
22.9.2012	16,2	15,7	15,7	16,2	16,1	16,0	15,9	14,8	13,9	15,5	17,0	16,7	16,7	17,2	16,5	14,9	15,1	14,8	16,5	16,1	11,5
23.9.2012	16,1	15,7	15,7	16,0	16,0	16,0	15,6	14,4	13,3	15,3	16,9	16,6	16,5	17,0	16,2	14,4	14,7	14,3	16,4	15,8	10,2
24.9.2012	16,0	15,6	15,4	15,8	15,7	15,7	15,3	14,2	13,5	15,2	16,9	16,6	16,4	16,8	15,9	14,3	14,5	14,2	16,3	15,7	13,6
25.9.2012	15,8	15,4	15,5	15,6	15,6	15,6	15,1	14,5	14,4	15,2	16,8	16,5	16,3	16,7	15,7	14,8	14,9	14,9	16,3	15,8	15,8
26.9.2012	15,8	15,5	15,4	15,5	15,5	15,5	15,1	14,8	14,7	15,3	16,7	16,4	16,3	16,5	15,8	15,4	15,4	15,4	16,2	16,0	16,3
27.9.2012	15,7	15,4	15,4	15,5	15,5	15,5	15,2	15,2	15,1	15,4	16,6	16,5	16,2	16,5	16,0	15,8	15,8	15,9	16,1	16,2	14,6
28.9.2012	15,6	15,3	15,4	15,4	15,5	15,5	15,2	15,1	14,7	15,3	16,4	16,3	16,2	16,4	16,0	15,6	15,7	15,6	16,1	16,0	13,6
29.9.2012	15,6	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,2	14,7	14,1	15,1	16,3	16,2	16,1	16,3	15,9	15,1	15,3	15,1	16,0	15,8	11,5
30.9.2012	15,4	15,1	15,3	15,3	15,4	15,5	15,0	14,5	13,8	15,0	16,1	16,1	15,9	16,3	15,7	14,8	14,9	14,8	16,0	15,6	11,4
1.10.2012	15,5	15,1	15,0	15,2	15,2	15,3	15,0	14,2	13,5	14,8	15,8	16,1	15,9	16,1	15,7	14,6	14,7	14,4	15,9	15,4	10,8
2.10.2012	15,4	15,0	15,0	15,1	15,1	15,2	14,8	14,1	13,7	14,8	15,9	16,1	15,9	16,1	15,5	14,5	14,6	14,4	15,9	15,4	13,7
3.10.2012	15,2	14,8	14,7	15,0	15,0	15,0	14,6	14,0	13,4	14,6	15,8	15,9	15,7	16,0	15,3	14,2	14,4	14,3	15,8	15,2	13,3
4.10.2012	15,3	14,9	14,9	14,9	14,9	15,0	14,6	14,1	13,8	14,6	15,2	16,0	15,8	15,9	15,3	14,5	14,5	14,4	15,7	15,2	15,1
5.10.2012	15,2	14,7	14,5	14,8	14,7	14,8	14,5	13,8	13,1	14,4	13,8	15,8	15,6	15,7	15,2	14,2	14,3	14,1	15,7	14,8	12,8
6.10.2012	15,1	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,4	13,7	13,4	14,4	13,1	15,8	15,6	15,8	15,0	14,1	14,2	14,1	15,6	14,7	18,4
7.10.2012	15,0	14,7	14,7	14,6	14,6	14,7	14,3	13,8	13,4	14,4	13,2	15,8	15,6	15,6	15,0	14,4	14,5	14,4	15,5	14,8	10,0
8.10.2012	14,9	14,2	13,6	14,4	14,3	14,3	14,1	13,2	12,1	13,8	13,0	15,5	15,1	15,5	14,8	13,4	13,7	13,4	15,5	14,3	9,0
9.10.2012	14,8	13,8	13,3	14,2	13,9	13,8	13,8	12,4	11,2	13,3	13,5	15,4	14,9	15,4	14,5	12,6	12,9	12,5	15,4	14,0	8,4
10.10.2012	14,7	13,5	12,9	13,9	13,5	13,4	13,3	11,8	10,6	12,9	14,1	15,3	14,7	15,2	14,1	12,0	12,4	11,9	15,3	13,7	7,5
11.10.2012	14,5	13,0	12,3	13,5	13,1	13,0	12,8	11,3	10,1	12,4	14,1	15,1	14,4	15,0	13,7	11,6	11,9	11,5	15,3	13,4	6,1
12.10.2012	14,5	12,8	12,0	13,2	12,6	12,5	12,4	10,7	9,4	12,0	13,1	15,1	14,2	14,7	13,4	11,1	11,4	10,8	15,1	13,0	6,3
13.10.2012	14,3	12,9	12,7	13,0	12,7	12,6	12,0	10,6	9,9	12,0	12,4	15,0	14,5	14,5	13,0	11,0	11,2	10,9	15,1	12,8	9,4
14.10.2012	14,2	13,1	13,0	12,9	12,7	12,7	11,8	10,6	9,9	12,1	12,7	15,0	14,5	14,3	12,9	11,1	11,3	11,0	15,0	12,9	9,1
15.10.2012	14,1	12,7	11,9	12,7	12,3	12,3	11,7	10,4	9,7	11,7	12,7	14,8	13,9	14,1	12,8	11,1	11,2	10,9	14,9	12,7	8,2
16.10.2012	14,0	12,4	11,6	12,4	11,9	11,9	11,5	10,3	9,6	11,5	12,6	14,6	13,8	13,9	12,6	10,9	11,1	10,7	14,8	12,5	7,8

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
17.10.2012	13,7	12,0	11,3	12,2	11,7	11,6	11,2	10,0	9,2	11,1	12,5	14,4	13,5	13,7	12,4	10,5	10,8	10,5	14,6	12,3	9,8
18.10.2012	13,7	11,9	11,3	12,0	11,6	11,5	11,0	10,0	9,5	11,1	12,5	14,4	13,5	13,6	12,3	10,6	10,8	10,6	14,5	12,3	9,9
19.10.2012	13,7	12,1	11,9	12,0	11,7	11,6	11,0	10,3	10,2	11,4	12,4	14,4	13,8	13,5	12,3	11,1	11,1	11,0	14,4	12,4	10,6
20.10.2012	13,6	12,4	12,1	12,0	11,8	11,8	11,1	10,5	10,2	11,5	12,3	14,3	13,8	13,3	12,3	11,2	11,1	11,1	14,3	12,4	9,2
21.10.2012	13,5	12,3	11,9	12,0	11,8	11,8	11,2	10,6	10,3	11,5	12,5	14,3	13,5	13,3	12,3	11,3	11,0	11,2	14,2	12,4	8,3
22.10.2012	13,3	11,7	10,8	11,8	11,3	11,3	11,2	10,6	10,3	11,1	12,5	14,0	13,1	13,2	12,3	11,3	11,0	11,2	14,1	12,3	9,7
23.10.2012	13,3	11,5	10,9	11,7	11,2	11,1	11,1	10,7	10,5	11,1	12,6	14,0	13,2	13,1	12,3	11,4	11,0	11,4	14,1	12,4	9,6
24.10.2012	13,2	11,3	10,7	11,5	11,0	10,9	11,0	10,7	10,3	10,9	12,6	13,9	13,0	13,0	12,3	11,4	11,0	11,3	14,0	12,3	8,3
25.10.2012	13,1	11,2	10,5	11,4	10,9	10,8	11,0	10,5	10,0	10,8	12,5	13,7	12,8	12,9	12,2	11,1	10,8	11,1	13,9	12,1	9,2
26.10.2012	13,0	11,0	10,4	11,2	10,7	10,6	10,8	10,1	9,5	10,6	12,4	13,6	12,8	12,8	12,0	10,9	10,5	10,7	13,9	12,0	5,6
27.10.2012	12,9	11,0	10,5	11,1	10,7	10,6	10,5	9,3	7,9	10,2	12,3	13,5	12,7	12,7	11,8	9,9	9,7	9,7	13,7	11,5	1,2
28.10.2012	12,8	10,8	10,0	10,9	10,4	10,4	10,1	8,0	6,3	9,6	12,3	13,3	12,3	12,6	11,3	8,5	8,5	8,2	13,7	10,9	1,5
29.10.2012	12,7	9,8	8,4	10,4	9,5	9,4	9,5	7,2	5,6	8,7	12,2	13,0	11,3	12,4	10,7	7,7	7,6	7,2	13,6	10,3	0,9
30.10.2012	12,6	9,4	8,3	9,9	9,0	8,8	8,8	6,6	5,1	8,2	11,9	12,8	11,4	12,1	10,2	7,1	7,1	6,7	13,6	9,9	2,9
31.10.2012	12,5	9,3	8,3	9,6	8,8	8,6	8,2	6,5	5,7	8,1	11,7	12,8	11,4	11,7	9,8	7,2	7,0	6,9	13,5	9,8	6,6
1.11.2012	12,4	9,4	8,4	9,3	8,6	8,4	8,0	6,6	6,1	8,1	11,6	12,7	11,4	11,4	9,6	7,5	7,4	7,3	13,4	9,8	6,1
2.11.2012	12,2	9,1	8,2	9,1	8,4	8,2	7,8	6,7	6,1	8,0	11,4	12,5	11,1	11,1	9,5	7,6	7,5	7,4	13,3	9,8	7,8
3.11.2012	12,1	9,4	9,0	9,1	8,6	8,5	7,8	6,9	6,5	8,2	11,3	12,6	11,7	11,0	9,4	7,8	7,7	7,7	13,2	9,9	10,5
4.11.2012	12,0	9,7	9,1	9,2	8,8	8,8	7,9	7,2	7,2	8,5	11,3	12,5	11,5	10,9	9,4	8,3	8,1	8,2	13,0	10,0	9,6
5.11.2012	11,8	9,3	8,3	9,1	8,5	8,4	8,1	7,6	7,6	8,4	11,3	12,4	10,9	10,8	9,6	8,8	8,6	8,7	12,9	10,1	8,3
6.11.2012	11,6	9,0	8,2	8,9	8,3	8,2	8,1	7,7	7,2	8,2	11,3	12,3	10,8	10,8	9,6	8,7	8,6	8,6	12,8	10,1	5,6
7.11.2012	11,7	8,9	7,9	8,8	8,2	8,1	8,1	7,3	6,7	8,0	11,2	12,1	10,6	10,7	9,6	8,4	8,3	8,0	12,7	9,9	7,0
8.11.2012	11,6	8,8	8,0	8,8	8,1	8,0	8,0	7,3	7,0	8,0	11,1	12,2	10,8	10,7	9,5	8,4	8,3	8,1	12,6	9,9	8,3
9.11.2012	11,5	8,8	8,0	8,7	8,0	8,0	7,9	7,5	7,2	8,0	11,2	12,2	10,8	10,7	9,5	8,7	8,5	8,4	12,5	10,0	7,4
10.11.2012	11,5	8,9	8,6	8,8	8,2	8,1	7,9	7,3	6,5	8,0	11,2	12,3	11,2	10,7	9,6	8,5	8,5	8,1	12,4	10,0	4,3
11.11.2012	11,5	9,1	8,6	8,8	8,3	8,3	7,9	7,0	6,3	8,1	11,2	12,3	11,0	10,7	9,5	8,2	8,2	7,8	12,3	9,9	6,2
12.11.2012	11,5	8,8	7,9	8,8	8,0	8,0	8,0	7,3	7,0	8,0	11,3	12,4	10,7	10,9	9,5	8,6	8,5	8,2	12,3	10,0	8,1
13.11.2012	11,4	8,7	8,2	8,8	8,1	8,0	7,9	7,7	7,4	8,1	11,5	12,7	11,0	11,1	9,7	9,0	8,9	8,8	12,2	10,4	5,8
14.11.2012	11,1	8,1	7,3	8,4	7,6	7,5	7,6	7,0	5,9	7,4	11,2	12,0	10,1	10,6	9,3	8,2	8,3	7,9	12,1	9,7	0,3
15.11.2012	11,2	7,9	7,1	8,2	7,3	7,2	7,4	6,2	5,0	7,0	11,0	11,9	10,1	10,5	9,1	7,5	7,6	6,9	12,0	9,3	-0,1
16.11.2012	11,2	8,0	7,4	8,2	7,3	7,2	7,2	6,0	5,2	7,1	11,0	12,1	10,4	10,6	9,0	7,4	7,4	6,8	12,0	9,3	4,2
17.11.2012	11,2	8,4	8,4	8,3	7,6	7,6	7,1	6,2	5,7	7,4	11,2	12,5	11,1	10,7	9,0	7,7	7,6	7,3	11,9	9,6	5,7
18.11.2012	11,1	8,5	8,0	8,1	7,5	7,6	7,0	6,3	5,8	7,4	11,0	12,3	10,6	10,4	8,9	7,7	7,6	7,4	11,8	9,5	4,7
19.11.2012	10,9	7,9	7,1	7,9	7,1	7,0	7,0	6,4	5,9	7,0	11,0	12,0	10,2	10,3	8,8	7,8	7,7	7,5	11,7	9,4	4,8
20.11.2012	11,0	7,9	7,5	7,9	7,1	7,0	7,0	6,5	6,0	7,1	11,0	12,1	10,5	10,3	8,8	7,9	7,8	7,7	11,6	9,5	4,9
21.11.2012	10,8	7,7	7,1	7,7	6,9	6,8	6,8	6,2	5,6	6,9	10,7	11,8	10,1	10,0	8,7	7,7	7,7	7,4	11,5	9,3	5,0
22.11.2012	10,8	7,8	7,6	7,8	7,0	7,0	6,9	6,4	6,1	7,1	10,7	11,8	10,3	10,1	8,7	7,8	7,8	7,7	11,5	9,4	7,3
23.11.2012	10,7	7,8	7,5	7,7	7,0	7,0	6,8	6,5	6,3	7,1	10,5	11,5	10,2	10,0	8,7	8,1	8,1	8,0	11,3	9,4	6,4
24.11.2012	10,6	8,0	8,1	7,8	7,3	7,3	6,9	6,8	6,4	7,3	10,8	11,7	10,6	10,2	8,9	8,3	8,3	8,3	11,3	9,6	5,6
25.11.2012	10,6	8,2	8,1	7,8	7,4	7,4	7,0	6,7	6,2	7,4	10,5	11,3	10,3	10,0	8,9	8,2	8,2	8,1	11,2	9,4	7,5
26.11.2012	10,4	7,6	6,8	7,5	6,9	6,9	6,8	6,4	5,9	6,9	10,0	10,6	9,3	9,6	8,6	7,9	7,9	7,8	11,1	9,0	5,9

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
27.11.2012	10,4	7,6	7,4	7,6	6,9	6,9	6,9	6,6	6,3	7,0	10,2	10,9	9,8	9,8	8,7	8,0	8,1	8,0	11,1	9,2	6,5
28.11.2012	10,4	7,8	7,4	7,7	7,1	7,1	7,0	6,9	6,7	7,2	10,2	11,0	9,9	9,8	8,8	8,3	8,4	8,4	11,0	9,4	6,9
29.11.2012	10,1	7,7	7,6	7,6	7,1	7,1	7,0	7,0	6,8	7,2	10,0	10,8	9,8	9,5	8,8	8,4	8,5	8,5	10,9	9,3	4,1
30.11.2012	9,9	7,2	6,5	7,2	6,6	6,5	6,8	6,3	5,5	6,6	9,7	10,1	9,0	9,3	8,4	7,7	7,9	7,5	10,8	8,7	2,0
1.12.2012	9,8	7,2	7,0	7,2	6,7	6,6	6,5	5,7	4,7	6,4	9,6	10,1	9,3	9,2	8,1	7,0	7,2	6,8	10,8	8,4	-0,8
2.12.2012	9,7	7,2	6,4	7,0	6,4	6,4	6,2	5,0	3,8	6,1	9,5	9,9	8,7	8,9	7,7	6,2	6,4	5,8	10,7	7,9	-0,9
3.12.2012	9,6	6,6	5,5	6,6	5,7	5,6	5,9	4,4	3,4	5,5	9,3	9,7	8,1	8,7	7,2	5,7	5,9	5,2	10,7	7,5	0,4
4.12.2012	9,6	6,3	5,4	6,4	5,5	5,3	5,5	4,1	3,1	5,2	9,2	9,7	8,2	8,4	6,9	5,4	5,6	4,9	10,6	7,3	1,9
5.12.2012	9,4	6,1	5,2	6,1	5,2	5,1	5,1	3,8	3,0	5,0	9,0	9,5	8,0	8,1	6,6	5,2	5,3	4,8	10,5	7,1	1,3
6.12.2012	9,2	5,9	4,9	5,8	4,9	4,8	4,7	3,6	2,8	4,7	8,8	9,3	7,7	7,8	6,3	4,9	5,1	4,6	10,4	6,8	-0,7
7.12.2012	9,0	5,5	4,5	5,4	4,5	4,4	4,3	3,2	2,3	4,3	9,0	9,0	7,3	7,6	6,0	4,5	4,7	4,2	10,3	6,5	-4,4
8.12.2012	8,7	5,1	3,5	5,1	4,0	3,9	4,0	2,7	1,7	3,7	8,9	8,6	6,2	7,2	5,6	4,0	4,2	3,6	10,2	6,0	-6,6
9.12.2012	8,6	4,4	2,9	4,6	3,4	3,1	3,6	2,3	1,2	3,2	8,7	8,3	6,1	7,0	5,3	3,7	3,9	3,3	10,1	5,8	-4,1
10.12.2012	8,6	4,7	3,6	4,6	3,6	3,4	3,5	2,1	1,2	3,3	8,3	8,5	6,7	6,9	5,2	3,6	3,7	3,1	9,9	5,8	1,3
11.12.2012	8,3	4,5	3,4	4,4	3,5	3,3	3,2	1,8	1,1	3,1	8,2	8,2	6,2	6,5	4,8	3,3	3,5	2,8	9,8	5,5	-2,2
12.12.2012	8,0	4,2	2,9	4,1	3,0	2,8	2,8	1,6	1,0	2,8	8,0	7,8	5,8	6,1	4,5	3,1	3,2	2,7	9,7	5,2	-5,1
13.12.2012	7,9	4,1	2,9	3,9	2,9	2,7	2,7	1,6	0,9	2,7	7,8	7,7	5,7	5,9	4,3	3,0	3,1	2,6	9,5	5,0	-4,0
14.12.2012	7,7	3,9	2,7	3,7	2,8	2,6	2,5	1,4	0,9	2,6	7,5	7,5	5,5	5,6	4,1	2,9	3,0	2,5	9,4	4,8	-4,5
15.12.2012	7,7	4,3	3,6	3,8	3,2	3,1	2,5	1,4	0,9	2,9	7,3	7,6	6,2	5,5	4,1	2,9	3,0	2,5	9,2	4,9	-0,5
16.12.2012	7,5	4,5	3,8	3,9	3,4	3,4	2,7	1,6	0,9	3,0	6,1	7,7	6,0	5,6	4,0	2,8	3,0	2,5	9,1	4,7	4,7
17.12.2012	7,3	4,2	3,1	3,7	3,0	2,9	2,6	1,5	0,9	2,7	5,5	7,4	5,7	5,4	4,0	2,8	2,9	2,5	9,0	4,5	3,9
18.12.2012	9,3	6,8	8,8	6,5	5,4	5,5	5,4	5,0	3,4	5,9	6,0	14,3	10,2	9,9	8,3	8,3	7,3	8,2	8,8	9,1	3,7
19.12.2012	6,9	4,7	8,1	3,8	3,2	3,5	3,5	3,3	1,2	3,9	5,6	11,8	6,4	6,2	4,8	5,5	4,0	5,4	8,7	6,2	3,7
20.12.2012	6,5	4,0	5,4	3,2	2,7	2,8	2,7	2,2	1,0	3,0	5,5	8,9	5,3	5,1	4,0	4,2	3,4	4,0	8,6	5,0	1,3
21.12.2012	6,7	3,8	3,2	3,1	2,5	2,5	2,3	1,7	1,1	2,5	5,4	7,3	5,2	5,1	4,1	3,7	3,6	3,4	8,5	4,7	-1,4
22.12.2012	6,8	3,9	3,9	3,3	3,0	3,0	2,4	1,7	1,1	2,8	5,5	7,3	5,9	5,1	4,1	3,5	3,5	3,1	8,4	4,7	0,2
23.12.2012	6,7	4,3	4,2	3,5	3,2	3,3	2,5	1,7	1,0	3,0	5,5	7,4	5,9	5,2	4,1	3,4	3,4	3,0	8,3	4,7	1,2
24.12.2012	6,4	4,5	7,6	3,0	3,1	3,5	3,2	2,8	1,4	3,6	5,7	9,8	6,5	4,8	4,1	4,9	3,6	4,1	8,3	5,4	7,3
25.12.2012	6,0	4,2	7,2	2,7	2,8	3,3	3,1	2,8	1,4	3,4	5,5	8,9	5,9	4,6	3,9	4,9	3,9	3,9	8,2	5,2	2,9
26.12.2012	6,8	4,5	4,4	3,6	3,6	3,7	3,0	2,5	2,4	3,5	5,6	7,0	6,0	5,2	4,3	4,2	4,2	4,0	8,2	5,1	8,0
27.12.2012	6,8	4,6	4,2	3,7	3,6	3,8	3,1	2,9	2,9	3,6	5,7	6,8	5,9	5,3	4,5	4,4	4,4	4,4	8,1	5,2	7,6
28.12.2012	6,6	4,5	4,1	3,7	3,6	3,7	3,2	3,2	3,3	3,7	5,6	6,7	5,7	5,3	4,6	4,6	4,6	4,6	8,1	5,2	2,1
29.12.2012	6,5	4,3	3,9	3,6	3,5	3,6	3,2	2,9	2,4	3,4	5,4	6,3	5,6	5,2	4,5	4,2	4,3	4,0	8,0	5,0	-0,2
30.12.2012	6,4	4,2	3,3	3,6	3,3	3,3	3,2	2,5	1,9	3,2	5,3	6,1	5,1	5,2	4,4	3,9	4,0	3,4	7,9	4,7	0,3
31.12.2012	6,5	3,7	2,2	3,4	2,6	2,5	3,0	2,4	1,7	2,7	5,3	6,1	4,5	5,2	4,3	3,7	3,8	3,2	7,9	4,5	5,2
1.1.2013	6,4	3,3	2,0	3,1	2,3	2,2	2,6	2,1	1,6	2,4	5,2	5,8	4,5	5,1	4,1	3,5	3,7	3,2	7,9	4,4	2,3
2.1.2013	6,4	3,2	2,1	3,0	2,3	2,2	2,5	2,0	1,6	2,4	5,3	6,2	4,7	5,0	4,0	3,5	3,5	3,1	7,9	4,4	4,6
3.1.2013	6,3	3,1	2,1	2,9	2,1	2,0	2,4	2,0	1,8	2,3	5,2	6,1	4,5	4,9	4,0	3,5	3,6	3,3	7,8	4,4	4,9
4.1.2013	6,3	3,1	2,4	2,9	2,3	2,2	2,4	2,4	2,6	2,5	5,2	6,2	4,9	4,9	4,1	3,9	3,9	3,8	7,8	4,6	8,4
5.1.2013	6,2	3,4	3,0	3,0	2,7	2,7	2,6	3,1	3,7	3,0	5,3	6,4	5,4	4,9	4,3	4,5	4,4	4,6	7,7	5,0	8,1
6.1.2013	6,2	3,6	3,1	3,1	2,8	2,9	2,9	3,5	3,8	3,2	5,2	6,2	5,1	4,9	4,5	4,8	4,8	5,0	7,6	5,1	6,3

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
7.1.2013	6,1	3,4	2,6	3,1	2,6	2,6	3,1	3,7	3,9	3,1	5,1	5,9	4,8	5,0	4,8	5,0	5,0	5,1	7,6	5,1	4,5
8.1.2013	6,2	3,4	3,0	3,2	2,8	2,8	3,2	3,7	3,8	3,2	5,0	5,9	5,0	5,1	4,8	5,0	5,1	5,0	7,5	5,1	4,5
9.1.2013	6,2	3,4	2,9	3,3	2,9	2,9	3,4	3,7	3,9	3,3	4,9	5,9	5,0	5,2	4,9	5,1	5,1	5,0	7,5	5,1	5,7
10.1.2013	6,2	3,4	2,8	3,3	2,8	2,8	3,4	3,8	3,8	3,3	5,1	5,9	4,9	5,2	4,9	5,1	5,1	5,0	7,5	5,1	3,8
11.1.2013	6,1	3,2	2,4	3,2	2,7	2,6	3,2	3,4	3,1	3,0	5,3	5,6	4,7	5,2	4,9	4,7	4,7	4,6	7,5	5,0	-0,8
12.1.2013	6,1	3,3	2,9	3,3	2,9	2,9	3,0	2,8	2,3	2,9	5,6	5,6	5,0	5,2	4,6	4,2	4,2	3,8	7,5	4,8	-2,5
13.1.2013	6,1	3,4	2,5	3,3	2,8	2,8	2,9	2,3	1,8	2,7	5,5	5,5	4,4	5,1	4,4	3,8	3,8	3,3	7,5	4,5	-3,0
14.1.2013	6,1	2,8	1,5	2,9	2,0	1,9	2,6	2,0	1,5	2,2	5,4	5,2	4,0	4,9	4,2	3,5	3,5	3,0	7,5	4,2	-3,2
15.1.2013	6,0	2,6	1,5	2,7	1,9	1,7	2,3	1,8	1,3	1,9	5,3	5,1	4,0	4,8	3,9	3,3	3,2	2,7	7,5	4,0	-4,3
16.1.2013	6,0	2,5	1,5	2,6	1,7	1,6	2,1	1,6	1,2	1,8	5,2	5,1	4,0	4,6	3,8	3,1	3,1	2,6	7,4	3,9	-2,3
17.1.2013	5,9	2,4	1,3	2,4	1,6	1,4	1,9	1,4	1,1	1,7	5,1	5,0	3,8	4,5	3,6	3,0	2,9	2,5	7,4	3,8	-2,3
18.1.2013	5,8	2,3	1,1	2,2	1,4	1,2	1,7	1,2	0,9	1,5	4,9	4,9	3,7	4,3	3,5	2,8	2,8	2,4	7,3	3,6	-5,0
19.1.2013	5,7	2,4	1,8	2,3	1,8	1,7	1,6	1,1	0,8	1,7	4,8	4,8	4,0	4,2	3,3	2,7	2,6	2,2	7,3	3,6	-6,0
20.1.2013	5,7	2,5	1,4	2,3	1,7	1,5	1,6	1,1	0,8	1,6	4,8	4,8	3,5	4,2	3,2	2,6	2,5	2,1	7,2	3,5	-4,2
21.1.2013	5,7	2,1	0,7	2,0	1,1	0,9	1,5	1,0	0,8	1,3	4,7	4,6	3,3	4,0	3,2	2,6	2,5	2,1	7,2	3,4	-3,4
22.1.2013	5,6	1,9	0,5	1,9	1,0	0,8	1,3	0,9	0,7	1,1	4,5	4,5	3,1	3,9	3,1	2,5	2,4	2,0	7,1	3,2	-6,0
23.1.2013	5,5	1,7	0,4	1,8	0,9	0,6	1,2	0,8	0,7	1,0	4,4	4,4	3,1	3,8	3,0	2,5	2,2	1,9	7,1	3,2	-5,4
24.1.2013	5,5	1,7	0,5	1,7	0,8	0,6	1,1	0,8	0,6	1,0	4,3	4,3	3,0	3,7	2,9	2,4	2,1	1,9	7,0	3,1	-4,5
25.1.2013	5,3	1,5	0,2	1,5	0,6	0,4	0,9	0,6	0,5	0,8	4,2	4,1	2,8	3,6	2,8	2,3	1,9	1,7	7,0	2,9	-7,6
26.1.2013	5,2	1,5	0,6	1,5	0,7	0,6	0,7	0,4	0,3	0,8	4,0	4,0	2,9	3,5	2,6	2,1	2,1	1,5	7,0	2,9	-11,5
27.1.2013	5,4	1,7	0,6	1,6	0,9	0,8	1,0	0,6	0,4	0,9	4,2	4,2	2,9	3,5	2,7	2,2	2,2	1,5	6,9	2,9	-3,4
28.1.2013	5,4	1,5	0,3	1,5	0,7	0,5	1,0	0,6	0,4	0,8	3,9	4,2	3,0	3,5	2,7	2,2	2,0	1,5	6,8	2,9	1,6
29.1.2013	5,4	1,6	0,7	1,5	0,8	0,6	1,0	0,6	0,4	0,9	3,0	4,3	3,1	3,4	2,6	2,1	1,9	1,5	6,8	2,7	4,2
30.1.2013	5,2	1,8	1,3	1,5	1,1	1,1	1,1	0,7	0,6	1,1	2,7	4,5	3,4	3,4	2,6	2,2	1,5	1,5	6,8	2,7	9,5
31.1.2013	5,1	1,9	1,2	1,5	1,1	1,2	1,1	1,2	1,5	1,3	2,8	4,4	3,4	3,4	2,7	2,8	1,9	2,4	6,7	3,0	7,3
1.2.2013	5,2	2,0	1,4	1,6	1,2	1,3	1,3	1,5	1,7	1,5	2,9	4,4	3,4	3,4	2,9	3,1	2,1	2,7	6,6	3,1	5,5
2.2.2013	5,2	2,2	1,9	1,8	1,6	1,7	1,5	1,7	2,0	1,8	3,0	4,5	3,7	3,5	3,1	3,2	2,3	2,8	6,6	3,3	3,6
3.2.2013	5,0	2,3	1,8	1,9	1,7	1,8	1,6	1,7	1,5	1,8	3,2	4,3	3,4	3,6	3,1	3,0	2,2	2,6	6,6	3,2	1,0
4.2.2013	5,2	2,1	1,1	1,9	1,4	1,3	1,8	1,6	1,3	1,6	3,1	4,3	3,1	3,6	3,2	3,0	2,0	2,3	6,5	3,1	3,1
5.2.2013	5,2	2,0	1,2	1,9	1,3	1,3	1,7	1,7	1,8	1,6	3,1	4,3	3,3	3,6	3,2	3,1	2,0	2,4	6,6	3,1	5,0
6.2.2013	5,0	1,8	1,0	1,8	1,2	1,2	1,5	1,8	1,7	1,5	3,3	4,1	3,1	3,6	3,1	3,0	2,1	2,5	6,6	3,1	1,2
7.2.2013	5,0	1,8	0,9	1,8	1,2	1,1	1,5	1,5	1,3	1,4	3,4	4,1	3,1	3,6	3,1	2,9	2,3	2,2	6,5	3,1	-0,2
8.2.2013	5,0	1,7	0,9	1,8	1,2	1,1	1,4	1,3	1,1	1,3	3,5	4,1	3,1	3,6	3,0	2,7	1,8	1,9	6,5	3,0	-0,8
9.2.2013	5,0	2,0	1,6	1,9	1,6	1,5	1,4	1,1	0,9	1,5	3,6	4,1	3,6	3,5	2,9	2,5	1,6	1,6	6,5	2,9	-1,1
10.2.2013	5,0	2,1	1,3	1,9	1,5	1,5	1,4	1,0	0,8	1,4	3,3	4,1	3,1	3,5	2,8	2,3	1,3	1,4	6,5	2,7	-1,5
11.2.2013	4,9	1,7	0,4	1,6	0,9	0,8	1,3	0,9	0,7	1,0	3,9	3,9	2,7	3,5	2,7	2,2	2,1	1,7	6,4	2,8	-3,1
12.2.2013	4,9	1,5	0,3	1,5	0,8	0,6	1,1	0,8	0,6	0,9	3,8	3,8	2,7	3,4	2,7	2,2	2,2	1,8	6,4	2,8	-1,8
13.2.2013	4,9	1,4	0,3	1,4	0,7	0,6	1,0	0,7	0,5	0,8	3,2	3,8	2,7	3,3	2,6	2,1	1,9	1,7	6,3	2,7	-1,1
14.2.2013	4,8	1,3	0,3	1,3	0,7	0,5	0,9	0,7	0,5	0,8	2,7	3,8	2,7	3,2	2,5	2,0	1,9	1,7	6,3	2,6	-1,0
15.2.2013	4,7	1,3	0,3	1,3	0,7	0,5	0,9	0,6	0,4	0,7	2,8	3,8	2,8	3,1	2,4	2,0	1,8	1,6	6,2	2,5	0,2
16.2.2013	4,7	1,6	1,1	1,4	1,1	1,0	0,9	0,6	0,4	1,0	2,4	3,9	3,3	3,0	2,3	1,9	1,6	1,6	6,2	2,5	0,4

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
17.2.2013	4,6	1,8	1,1	1,5	1,2	1,2	1,0	0,5	0,4	1,1	2,8	3,9	3,0	3,0	2,3	1,9	1,5	1,4	6,1	2,5	0,3
18.2.2013	4,6	1,5	0,3	1,3	0,6	0,5	0,9	0,6	0,4	0,8	2,4	3,7	2,6	3,0	2,3	1,9	1,5	1,2	6,1	2,3	0,5
19.2.2013	4,5	1,3	0,3	1,3	0,6	0,5	0,8	0,6	0,4	0,7	2,6	3,7	2,6	2,9	2,2	1,9	1,4	1,0	6,0	2,3	0,3
20.2.2013	4,4	1,3	0,5	1,3	0,7	0,6	0,8	0,5	0,4	0,8	3,5	3,7	2,7	2,9	2,2	1,8	1,2	0,9	6,0	2,4	-1,2
21.2.2013	4,4	1,2	0,1	1,2	0,5	0,4	0,7	0,5	0,4	0,6	3,5	3,5	2,4	2,8	2,1	1,8	1,5	0,8	6,0	2,3	-3,7
22.2.2013	4,3	1,1	-0,1	1,1	0,4	0,2	0,6	0,4	0,3	0,5	3,4	3,4	2,3	2,8	2,1	1,8	1,6	0,8	5,9	2,3	-4,8
23.2.2013	4,4	1,3	0,7	1,1	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,7	3,4	3,6	2,9	2,7	2,1	1,7	1,5	0,7	5,9	2,3	-2,7
24.2.2013	4,4	1,5	0,9	1,3	0,9	0,9	0,8	0,5	0,3	0,9	3,5	3,6	2,8	2,8	2,1	1,7	1,2	0,8	5,8	2,3	0,9
25.2.2013	4,4	1,4	0,3	1,2	0,7	0,5	0,8	0,5	0,3	0,7	3,4	3,6	2,5	2,7	2,1	1,7	0,8	0,8	5,8	2,2	2,9
26.2.2013	4,3	1,3	0,4	1,2	0,6	0,5	0,8	0,5	0,4	0,7	3,0	3,6	2,5	2,6	2,1	1,7	0,7	0,7	5,8	2,1	2,7
27.2.2013	4,2	1,2	0,3	1,1	0,5	0,5	0,7	0,5	0,4	0,7	2,9	3,5	2,5	2,5	2,0	1,7	0,7	0,8	5,7	2,1	1,7
28.2.2013	4,3	1,2	0,6	1,1	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,7	2,9	3,5	2,6	2,5	2,0	1,8	0,7	0,8	5,7	2,1	2,2
1.3.2013	4,2	1,2	0,4	1,0	0,6	0,5	0,7	0,5	0,4	0,7	2,9	3,4	2,5	2,5	2,1	1,9	0,8	1,0	5,6	2,1	2,1
2.3.2013	4,1	1,3	1,0	1,0	0,9	0,9	0,6	0,5	0,3	0,8	2,8	3,3	2,8	2,5	2,0	1,9	0,9	1,1	5,7	2,2	1,4
3.3.2013	4,1	1,6	1,0	1,1	1,0	1,1	0,7	0,5	0,4	0,9	2,5	3,3	2,6	2,5	2,1	2,0	1,3	1,1	5,6	2,2	0,9
4.3.2013	4,1	1,2	0,4	1,1	0,7	0,7	0,7	0,6	0,4	0,7	2,1	3,0	2,2	2,6	2,1	1,9	0,9	1,0	5,6	2,0	2,3
5.3.2013	4,0	1,0	0,3	1,0	0,6	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	2,2	3,0	2,2	2,5	2,2	2,0	1,3	1,2	5,6	2,1	2,9
6.3.2013	4,1	1,1	0,4	1,0	0,7	0,6	0,7	0,9	1,0	0,8	2,3	3,1	2,4	2,1	2,2	2,1	1,5	1,3	5,6	2,1	3,7
7.3.2013	4,2	1,3	0,8	1,2	0,9	0,9	1,0	1,3	1,6	1,1	2,2	3,4	2,8	1,3	2,4	2,4	1,6	1,5	5,5	2,2	6,0
8.3.2013	4,2	1,6	1,2	1,4	1,2	1,2	1,3	1,9	2,5	1,5	2,4	3,5	3,0	1,6	2,6	2,9	2,1	1,9	5,5	2,5	6,8
9.3.2013	4,2	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	2,4	2,9	1,9	2,3	3,7	3,3	1,9	2,9	3,3	2,6	2,3	5,5	2,8	4,5
10.3.2013	4,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,0	2,8	3,2	2,3	2,4	3,7	3,4	1,5	3,1	3,6	2,9	2,6	5,5	2,9	7,5
11.3.2013	4,2	1,9	1,1	1,9	1,6	1,5	2,2	3,1	3,5	2,1	2,3	3,5	2,8	2,1	3,3	3,9	3,4	3,0	5,5	3,0	-0,5
12.3.2013	4,3	1,6	0,8	1,9	1,3	1,2	2,2	2,7	2,5	1,8	3,0	3,4	2,8	3,2	3,3	3,5	3,2	2,4	5,5	3,1	-2,3
13.3.2013	4,3	1,5	0,6	1,8	1,3	1,1	2,0	2,1	1,9	1,5	3,1	3,4	2,8	3,3	3,3	3,1	2,8	1,9	5,5	3,0	-3,3
14.3.2013	4,3	1,3	0,6	1,8	1,2	1,0	1,8	1,8	1,4	1,4	2,8	3,2	2,6	3,2	3,1	2,8	2,7	1,6	5,6	2,7	-3,2
15.3.2013	4,3	1,3	0,5	1,7	1,1	0,9	1,5	1,4	1,1	1,2	2,9	3,3	2,6	3,1	3,0	2,6	2,6	1,8	5,7	2,7	-3,1
16.3.2013	4,3	1,3	1,1	1,7	1,4	1,2	1,3	1,2	0,8	1,2	2,8	3,3	2,9	3,0	2,7	2,3	2,4	1,8	5,8	2,6	-3,0
17.3.2013	4,3	1,7	1,3	1,8	1,6	1,5	1,3	1,0	0,7	1,4	2,8	3,5	2,9	2,7	2,6	2,2	2,1	1,0	5,7	2,5	0,2
18.3.2013	4,3	1,5	0,5	1,7	1,0	0,9	1,3	1,0	0,7	1,1	2,9	3,4	2,5	2,5	2,5	2,2	2,0	0,9	5,6	2,4	0,6
19.3.2013	4,3	1,4	0,6	1,6	1,0	0,8	1,2	1,0	0,8	1,1	2,7	3,5	2,7	2,4	2,4	2,2	1,8	1,0	5,6	2,3	2,1
20.3.2013	4,2	1,3	0,8	1,6	1,1	1,0	1,1	1,0	0,8	1,1	2,5	3,3	2,7	2,3	2,3	2,1	1,8	1,2	5,6	2,3	5,3
21.3.2013	4,2	1,5	0,8	1,5	1,1	1,0	1,1	1,3	1,5	1,2	2,6	3,3	2,7	2,6	2,4	2,5	2,1	1,7	5,5	2,5	2,0
22.3.2013	4,2	1,4	0,6	1,4	1,0	0,8	1,2	1,3	1,2	1,1	2,5	3,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,2	1,6	5,5	2,4	-0,8
23.3.2013	4,0	1,5	1,2	1,5	1,4	1,3	1,1	1,2	1,0	1,3	2,7	3,0	2,7	2,8	2,3	2,3	2,1	1,4	5,6	2,4	-3,4
24.3.2013	4,0	1,5	0,9	1,6	1,3	1,2	1,2	1,1	0,8	1,2	2,7	3,0	2,4	2,8	2,4	2,2	2,2	1,9	5,6	2,5	-4,5
25.3.2013	4,0	1,2	-0,1	1,4	0,6	0,5	1,2	0,9	0,7	0,8	2,8	2,9	2,0	2,8	2,4	2,1	2,1	1,8	5,4	2,4	-3,0
26.3.2013	4,1	1,0	-0,1	1,2	0,5	0,3	1,0	0,8	0,6	0,7	2,6	2,9	2,1	2,8	2,3	2,0	2,0	1,7	5,4	2,3	-1,8
27.3.2013	4,1	0,9	-0,2	1,1	0,4	0,1	0,8	0,7	0,5	0,5	2,4	2,8	2,0	2,7	2,1	1,9	1,8	1,6	5,4	2,2	-2,1
28.3.2013	4,0	0,8	-0,1	1,0	0,4	0,1	0,7	0,6	0,4	0,5	2,2	2,8	2,0	2,6	1,9	1,9	1,6	1,2	5,4	2,0	0,9
29.3.2013	4,0	0,8	0,1	1,0	0,5	0,3	0,6	0,6	0,4	0,5	1,7	2,8	2,2	2,5	1,6	1,8	1,4	0,7	5,4	1,9	2,8

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
30.3.2013	4,0	1,1	1,0	1,2	1,0	0,9	0,6	0,6	0,6	0,9	1,8	2,9	2,7	2,6	1,6	1,9	1,7	0,7	5,3	2,0	2,3
31.3.2013	3,9	1,5	0,9	1,3	1,1	1,1	0,9	0,9	1,1	1,1	1,8	3,2	2,5	2,6	1,6	2,1	1,8	1,0	5,2	2,1	1,0
1.4.2013	3,9	1,1	0,1	1,2	0,6	0,4	1,0	1,1	1,2	0,8	1,9	3,0	2,0	2,6	1,8	2,2	2,1	1,1	5,3	2,1	0,5
2.4.2013	3,9	0,9	0,1	1,1	0,6	0,4	1,0	1,3	1,4	0,8	1,8	2,9	2,2	2,6	1,9	2,4	2,3	1,2	5,3	2,2	1,2
3.4.2013	4,0	0,9	0,1	1,1	0,5	0,4	1,0	1,4	1,5	0,9	1,9	3,0	2,3	2,6	2,0	2,5	2,5	1,3	5,2	2,3	1,1
4.4.2013	4,0	0,8	0,4	1,1	0,6	0,5	1,0	1,4	2,0	1,0	2,0	2,9	2,7	2,6	2,1	2,7	2,7	1,7	5,2	2,4	1,7
5.4.2013	4,1	0,8	0,5	1,2	0,7	0,6	1,2	1,6	2,7	1,2	2,1	2,8	2,7	2,5	2,1	3,1	3,2	2,6	5,2	2,6	2,1
6.4.2013	4,1	0,7	0,5	1,4	0,9	0,7	1,4	1,9	3,6	1,4	2,2	2,7	2,7	2,5	2,2	3,6	3,8	4,1	5,2	3,0	2,8
7.4.2013	4,2	0,7	0,5	1,6	1,0	0,9	1,7	2,1	4,8	1,7	2,3	2,6	2,7	2,4	2,3	4,0	4,5	6,5	5,3	3,4	2,3
8.4.2013	4,2	0,8	0,7	1,7	1,2	1,1	1,8	2,7	6,0	2,0	2,4	2,6	2,8	2,5	2,4	4,5	5,2	9,1	5,3	3,9	3,1
9.4.2013	4,2	1,1	0,8	1,6	1,3	1,1	1,9	3,2	4,3	1,9	2,5	2,7	2,9	2,7	3,0	4,3	4,4	6,2	5,2	3,6	6,5
10.4.2013	4,2	1,4	1,2	1,8	1,5	1,4	2,3	3,8	4,7	2,3	2,6	2,9	3,1	3,0	3,5	4,5	4,7	6,2	5,4	3,8	8,4
11.4.2013	4,3	1,7	1,7	2,1	1,9	1,8	2,7	4,2	5,2	2,7	2,8	3,2	3,3	3,2	3,9	4,8	5,0	6,6	5,4	4,1	10,9
12.4.2013	4,3	2,1	2,3	2,4	2,3	2,2	3,1	5,1	6,4	3,2	2,9	3,4	3,5	3,4	4,2	5,4	5,9	7,7	5,4	4,5	11,2
13.4.2013	4,4	2,4	2,6	2,8	2,7	2,6	3,6	5,4	6,4	3,6	3,0	3,6	3,6	3,7	4,6	5,9	6,3	7,6	5,5	4,8	11,0
14.4.2013	4,6	2,7	3,1	3,2	3,1	3,1	4,0	5,8	6,8	4,0	3,2	3,7	3,8	4,0	5,0	6,2	6,6	7,9	5,5	5,1	10,8
15.4.2013	4,6	2,6	2,6	3,5	3,4	3,2	4,4	6,7	8,3	4,3	3,3	3,6	3,7	4,2	5,3	6,7	7,4	9,1	5,5	5,4	13,3
16.4.2013	4,8	3,0	3,3	3,7	3,7	3,6	5,0	8,2	10,2	5,1	3,5	4,0	4,1	4,5	5,9	7,9	8,6	13,5	5,6	6,5	15,5
17.4.2013	5,0	3,4	3,7	4,2	4,2	4,1	5,8	9,3	11,5	5,8	3,7	4,2	4,3	4,9	6,5	8,9	9,8	14,2	5,7	7,0	16,6
18.4.2013	5,1	3,7	4,0	4,7	4,7	4,6	6,5	9,9	11,9	6,3	3,9	4,4	4,5	5,3	7,2	9,6	10,5	14,2	5,8	7,4	18,5
19.4.2013	5,4	4,1	4,5	5,2	5,2	5,1	7,3	10,9	12,4	6,8	4,1	4,7	4,9	5,7	7,8	10,5	11,3	13,3	6,0	7,8	14,0
20.4.2013	5,6	4,4	4,8	5,6	5,6	5,6	7,7	9,9	10,3	6,7	4,3	5,0	5,2	6,2	8,2	10,0	10,4	12,0	6,1	7,7	9,1
21.4.2013	5,7	4,6	5,0	6,0	6,0	5,9	7,7	9,2	9,9	6,8	4,5	5,2	5,4	6,6	8,3	9,3	9,5	12,6	6,2	7,7	12,0
22.4.2013	5,9	4,8	5,1	6,2	6,2	6,1	7,7	9,7	10,9	7,1	4,7	5,4	5,7	6,9	8,3	9,8	10,1	13,1	6,3	8,0	13,4
23.4.2013	6,2	5,0	5,4	6,5	6,4	6,4	8,1	10,4	11,6	7,5	4,9	5,7	6,0	7,3	8,7	10,7	10,7	13,1	6,5	8,4	14,5
24.4.2013	6,4	5,3	5,7	6,8	6,8	6,7	8,4	10,7	11,9	7,8	5,2	5,9	6,2	7,5	9,0	11,0	11,2	13,5	6,6	8,7	15,7
25.4.2013	6,6	5,6	6,0	7,1	7,1	7,0	8,9	11,5	13,0	8,3	5,4	6,1	6,5	7,9	9,4	11,7	12,0	15,4	6,8	9,3	17,1
26.4.2013	6,7	5,9	6,3	7,5	7,4	7,4	9,3	12,1	13,8	8,7	5,7	6,7	6,8	8,2	9,8	12,4	12,7	16,1	6,9	9,8	18,9
27.4.2013	7,0	6,2	6,7	7,8	7,7	7,7	9,8	12,9	14,6	9,2	6,0	6,9	7,1	8,5	10,4	13,1	13,4	17,7	7,1	10,4	14,4
28.4.2013	7,2	6,4	7,0	8,1	8,0	8,0	10,1	12,4	12,7	9,1	6,3	7,0	7,3	8,8	10,7	12,4	12,4	12,9	7,3	9,7	8,5
29.4.2013	7,4	6,7	7,3	8,4	8,3	8,3	10,2	11,6	11,8	9,1	6,6	7,3	7,6	9,1	10,7	11,3	11,4	10,6	7,4	9,3	11,4
30.4.2013	7,6	7,0	7,6	8,7	8,6	8,5	10,2	11,4	11,9	9,2	6,9	7,5	7,8	9,2	10,5	10,7	11,4	10,0	7,5	9,2	12,8
1.5.2013	7,7	7,2	7,8	8,8	8,7	8,7	10,1	11,5	11,9	9,3	7,2	7,7	8,0	9,3	10,6	10,7	11,5	8,9	7,7	9,2	11,1
2.5.2013	7,9	7,5	8,1	8,9	8,9	8,9	10,2	11,4	11,8	9,5	7,6	7,9	8,2	9,5	10,6	10,6	11,4	11,9	7,8	9,7	12,6
3.5.2013	8,0	7,7	8,4	9,0	9,0	9,0	10,2	11,5	12,0	9,6	8,0	8,1	8,4	9,6	10,7	10,6	11,7	12,0	8,0	9,9	11,3
4.5.2013	8,1	7,7	8,4	9,1	9,1	9,1	10,3	11,3	11,6	9,6	8,3	8,2	8,5	9,7	10,8	10,3	11,4	12,5	8,1	10,0	12,2
5.5.2013	8,2	7,9	8,5	9,2	9,2	9,2	10,3	11,7	12,4	9,8	8,5	8,3	8,7	9,8	10,9	10,6	12,0	14,8	8,2	10,4	13,1
6.5.2013	8,3	8,1	8,7	9,3	9,3	9,3	10,5	12,0	12,5	10,0	8,6	8,5	8,8	9,9	11,1	10,8	12,3	15,5	8,3	10,7	13,8
7.5.2013	8,5	8,3	8,9	9,5	9,5	9,5	10,8	12,5	13,5	10,3	8,8	8,6	9,0	10,1	11,3	11,1	12,8	16,4	8,4	11,0	17,6
8.5.2013	8,6	8,4	9,0	9,6	9,7	9,7	11,0	13,3	14,4	10,6	8,9	8,7	9,1	10,3	11,6	11,8	13,6	16,5	8,5	11,3	17,4
9.5.2013	8,7	8,6	9,1	9,9	9,9	9,8	11,4	13,9	15,2	11,0	9,0	8,8	9,2	10,5	12,0	12,5	14,4	17,5	8,6	11,7	18,1

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
10.5.2013	9,1	8,8	9,4	10,1	10,1	10,1	11,9	14,4	15,2	11,2	9,1	9,0	9,4	10,8	12,5	13,6	14,8	15,8	8,8	11,9	14,0
11.5.2013	9,4	8,9	9,6	10,4	10,4	10,4	12,2	13,8	14,0	11,2	9,4	9,1	9,6	11,0	12,8	13,0	14,1	14,3	9,0	11,7	12,0
12.5.2013	9,2	9,0	9,7	10,6	10,6	10,5	12,2	13,5	13,9	11,3	9,5	9,1	9,8	11,2	12,6	12,4	13,8	14,5	9,0	11,6	13,0
13.5.2013	9,2	9,1	9,7	10,7	10,7	10,6	12,1	13,2	13,4	11,2	9,5	9,2	9,9	11,2	12,5	12,1	13,5	13,7	9,2	11,5	10,4
14.5.2013	9,4	9,3	9,9	10,8	10,9	10,8	12,1	13,1	13,7	11,3	9,7	9,3	10,0	11,3	12,6	12,2	13,6	14,8	9,3	11,7	14,0
15.5.2013	9,5	9,5	10,1	11,0	11,0	10,9	12,1	13,6	14,5	11,6	9,8	9,4	10,2	11,4	12,7	12,5	14,2	16,3	9,4	12,1	16,2
16.5.2013	9,6	9,7	10,3	11,1	11,2	11,0	12,4	14,6	15,9	12,0	10,1	9,7	10,4	11,7	13,1	13,3	15,3	18,2	9,4	12,7	18,2
17.5.2013	9,7	9,8	10,5	11,3	11,3	11,2	12,8	15,3	16,6	12,3	10,2	9,9	10,6	11,8	13,4	13,8	15,9	21,0	9,5	13,3	18,4
18.5.2013	9,9	9,9	10,6	11,5	11,5	11,4	13,1	15,5	16,4	12,5	10,3	9,9	10,6	12,0	13,8	13,9	16,1	20,1	9,7	13,3	14,9
19.5.2013	9,9	10,0	10,7	11,7	11,7	11,6	13,4	15,2	16,0	12,5	10,4	10,1	10,8	12,2	13,9	13,2	15,6	19,7	9,7	13,2	16,3
20.5.2013	10,0	10,1	10,8	11,8	11,8	11,7	13,5	15,5	16,3	12,7	10,5	10,2	10,9	12,3	14,0	13,8	15,9	19,5	9,9	13,4	14,6
21.5.2013	10,2	10,2	10,9	12,0	12,0	11,8	13,6	15,2	15,8	12,7	10,6	10,2	10,9	12,1	14,0	13,4	15,5	18,1	10,0	13,1	14,5
22.5.2013	10,3	10,4	11,0	12,1	12,1	12,0	13,6	15,3	15,9	12,8	10,7	10,4	11,1	12,2	14,1	13,8	15,6	16,0	10,1	13,0	11,8
23.5.2013	10,5	10,4	11,1	12,2	12,1	12,1	13,6	14,6	14,4	12,6	10,3	10,4	11,2	12,3	14,0	13,0	14,5	13,8	10,3	12,4	9,1
24.5.2013	10,6	10,6	11,2	12,2	12,2	12,1	13,4	13,8	13,4	12,4	9,6	10,5	11,3	12,7	13,7	12,4	13,4	12,6	10,3	12,0	9,0
25.5.2013	10,7	10,7	11,4	12,2	12,2	12,2	13,1	13,3	13,0	12,3	7,3	10,7	11,4	12,7	13,5	12,8	13,0	12,8	10,5	11,8	8,8
26.5.2013	10,7	10,7	11,3	12,1	12,1	12,1	12,9	12,9	12,6	12,1	9,2	10,7	11,4	12,7	13,3	13,5	12,7	12,1	10,6	12,0	7,7
27.5.2013	10,8	10,9	11,4	12,1	12,1	12,0	12,6	12,4	11,9	11,9	12,0	10,9	11,5	12,7	13,0	12,9	12,3	11,8	10,6	12,2	10,1
28.5.2013	10,8	10,9	11,5	12,1	12,1	12,0	12,5	12,4	12,6	12,0	15,8	11,0	11,6	12,7	12,8	15,5	12,5	13,4	10,7	13,2	12,7
29.5.2013	10,9	11,0	11,5	12,0	12,0	12,0	12,4	12,9	13,3	12,1	17,2	11,2	11,7	12,7	12,9	13,7	13,5	14,3	10,7	13,4	13,3
30.5.2013	11,0	11,0	11,5	11,9	11,9	11,9	12,5	13,1	13,1	12,1	13,7	11,2	11,7	12,6	13,0	13,7	13,4	13,6	10,7	12,9	10,7
31.5.2013	11,1	10,7	11,0	11,9	11,7	11,7	12,5	12,7	12,7	11,9	12,5	11,3	11,7	12,7	13,1	13,4	13,0	13,5	10,8	12,6	11,9
1.6.2013	11,1	10,7	11,2	11,8	11,6	11,6	12,4	12,8	12,6	11,8	10,5	11,5	11,9	12,8	13,0	13,3	13,0	13,1	10,8	12,4	10,9
2.6.2013	11,3	10,8	11,4	11,9	11,8	11,7	12,4	12,6	12,5	11,9	11,1	11,7	12,0	12,8	13,0	13,2	13,0	13,3	10,9	12,5	11,7
3.6.2013	11,3	10,4	10,5	11,7	11,4	11,5	12,2	12,2	11,8	11,5	9,1	11,5	11,8	12,8	12,9	12,7	12,5	12,7	10,9	12,0	9,6
4.6.2013	11,3	10,6	11,2	11,8	11,5	11,5	12,1	11,9	11,7	11,5	12,9	11,9	12,2	13,0	12,9	12,6	12,4	15,4	10,9	12,9	13,0
5.6.2013	11,1	10,7	11,3	11,7	11,6	11,5	12,0	12,2	12,5	11,7	15,9	11,7	12,0	12,8	12,8	13,0	12,9	15,3	10,9	13,3	14,4
6.6.2013	11,0	10,9	11,4	11,7	11,6	11,6	12,1	12,8	13,7	12,0	17,1	11,8	12,0	12,8	13,0	13,9	13,9	15,7	11,0	13,8	14,8
7.6.2013	10,9	10,9	11,5	11,8	11,8	11,7	12,4	13,5	14,7	12,3	19,3	11,7	12,0	12,8	13,4	14,6	14,7	17,2	10,9	14,5	16,5
8.6.2013	11,0	11,0	11,5	11,9	11,9	11,8	12,9	14,6	16,3	12,8	20,9	11,7	12,0	12,9	13,8	15,9	16,1	18,4	10,9	15,2	18,5
9.6.2013	11,1	11,1	11,6	12,1	12,1	12,0	13,4	15,8	17,7	13,2	19,5	11,6	12,0	13,1	14,4	17,3	17,3	19,7	11,0	15,6	18,0
10.6.2013	11,4	11,2	11,9	12,5	12,5	12,4	14,5	16,4	17,3	13,6	15,0	11,8	12,2	13,4	15,2	17,5	17,5	18,2	11,1	15,1	15,5
11.6.2013	11,4	11,3	12,0	12,9	12,9	12,7	14,7	15,8	16,5	13,6	17,9	11,8	12,4	13,8	15,4	16,7	16,7	17,5	11,1	15,3	16,7
12.6.2013	11,5	11,5	12,3	13,1	13,1	13,0	14,6	16,0	17,2	13,9	18,8	11,9	12,5	14,0	15,5	16,9	17,0	18,2	11,2	15,6	17,3
13.6.2013	11,6	11,7	12,4	13,3	13,3	13,2	14,9	16,7	18,5	14,2	16,5	12,0	12,7	14,2	15,8	17,8	18,0	19,7	11,3	15,8	20,7
14.6.2013	11,8	11,8	12,5	13,5	13,5	13,5	15,3	17,5	19,3	14,6	18,6	12,1	12,8	14,3	16,2	18,7	18,7	20,1	11,5	16,4	17,6
15.6.2013	11,9	12,0	12,7	13,7	13,8	13,7	15,7	17,5	18,9	14,7	13,5	12,1	12,9	14,5	16,4	18,5	18,5	19,9	11,6	15,8	18,1
16.6.2013	12,0	12,1	12,8	14,0	14,0	13,9	15,9	17,9	19,8	15,0	19,7	12,1	13,0	14,7	16,7	19,1	19,2	21,2	11,7	17,0	20,4
17.6.2013	12,2	12,2	13,0	14,2	14,3	14,1	16,3	18,7	20,8	15,5	8,5	12,4	13,2	14,9	16,8	21,5	19,7	22,6	11,8	16,2	22,1
18.6.2013	12,4	12,5	13,4	14,6	14,6	14,4	16,8	19,6	22,1	16,0	12,8	12,8	13,4	15,1	17,1	20,3	20,4	23,7	11,9	16,9	26,1
19.6.2013	12,5	12,6	13,7	14,9	14,9	14,7	17,4	20,6	23,3	16,5	12,9	12,9	13,6	15,4	17,7	21,5	21,6	24,9	12,1	17,6	26,0

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
20.6.2013	12,7	12,9	13,9	15,3	15,3	15,1	18,1	21,4	24,1	17,0	13,1	13,0	13,8	15,8	18,3	22,2	22,4	25,6	12,2	18,0	26,7
21.6.2013	13,0	13,1	14,1	15,5	15,5	15,3	18,4	22,1	25,1	17,4	13,5	13,3	14,1	16,0	18,7	23,2	23,1	25,6	12,4	18,5	22,3
22.6.2013	13,1	13,2	14,2	15,6	15,6	15,4	18,5	22,1	25,0	17,5	13,6	13,4	14,2	16,1	18,7	23,1	23,1	25,5	12,5	18,5	21,7
23.6.2013	13,2	13,3	14,3	15,7	15,7	15,5	18,5	22,1	24,9	17,5	13,7	13,5	14,3	16,1	18,8	23,1	23,1	25,4	12,7	18,5	20,8
24.6.2013	13,3	13,4	14,4	15,8	15,8	15,6	18,6	22,1	24,9	17,6	13,8	13,6	14,3	16,2	18,8	23,0	23,1	25,4	13,0	18,5	14,3
25.6.2013	13,4	13,6	14,5	15,9	15,9	15,7	18,7	22,1	24,8	17,6	13,9	13,7	14,4	16,2	18,8	23,0	23,0	25,3	13,1	18,5	12,6
26.6.2013	13,5	13,7	14,6	16,0	16,0	15,7	18,7	22,1	24,7	17,7	14,0	13,8	14,5	16,3	18,8	22,9	23,0	25,2	13,3	18,6	11,7
27.6.2013	13,6	13,8	14,7	16,1	16,1	15,8	18,8	22,1	24,6	17,8	14,0	13,9	14,6	16,3	18,9	22,9	23,0	25,1	13,4	18,6	12,8
28.6.2013	13,6	13,9	14,8	16,2	16,2	15,9	18,8	22,1	24,6	17,8	14,1	14,0	14,6	16,4	18,9	22,8	23,0	25,1	13,5	18,6	13,8
29.6.2013	13,7	14,0	14,9	16,3	16,2	16,0	18,9	22,2	24,5	17,9	14,2	14,1	14,7	16,4	18,9	22,7	23,0	25,0	13,6	18,6	15,5
30.6.2013	13,8	14,1	15,0	16,4	16,3	16,1	19,0	22,2	24,4	17,9	14,3	14,1	14,8	16,5	19,0	22,7	23,0	24,9	13,6	18,7	14,3
1.7.2013	13,9	14,2	15,1	16,5	16,4	16,2	19,0	22,2	24,4	18,0	14,4	14,2	14,9	16,6	19,0	22,6	23,0	24,9	13,6	18,7	18,3
2.7.2013	14,0	14,3	15,2	16,6	16,5	16,2	19,1	22,2	24,3	18,1	14,5	14,3	14,9	16,6	19,0	22,6	23,0	24,8	13,7	18,7	20,2
3.7.2013	14,1	14,4	15,3	16,7	16,6	16,3	19,1	22,2	24,2	18,1	14,6	14,4	15,0	16,7	19,0	22,5	22,9	24,7	13,7	18,7	19,2
4.7.2013	14,2	14,5	15,4	16,8	16,7	16,4	19,2	22,2	24,2	18,2	14,7	14,5	15,1	16,7	19,1	22,5	22,9	24,7	13,7	18,8	20,2
5.7.2013	14,3	14,6	15,5	16,9	16,8	16,5	19,3	22,2	24,1	18,2	14,8	14,6	15,2	16,8	19,1	22,4	22,9	24,6	13,8	18,8	20,0
6.7.2013	14,4	14,7	15,6	17,0	16,9	16,6	19,3	22,2	24,0	18,3	14,9	14,7	15,2	16,8	19,1	22,4	22,9	24,5	13,8	18,8	19,6
7.7.2013	14,5	14,9	15,7	17,1	17,0	16,7	19,4	22,2	24,0	18,4	14,9	14,8	15,3	16,9	19,2	22,3	22,9	24,5	13,8	18,8	20,0
8.7.2013	14,6	15,0	15,8	17,2	17,1	16,8	19,4	22,2	23,9	18,4	15,0	14,9	15,4	16,9	19,2	22,3	22,9	24,4	13,9	18,9	19,6
9.7.2013	14,7	15,1	15,9	17,3	17,2	16,8	19,5	22,2	23,8	18,5	15,1	15,0	15,5	17,0	19,2	22,2	22,9	24,3	14,0	18,9	20,5
10.7.2013	14,8	15,2	16,0	17,4	17,3	16,9	19,6	22,2	23,7	18,6	15,2	15,1	15,5	17,0	19,2	22,2	22,8	24,3	14,0	18,9	21,2
11.7.2013	14,9	15,3	16,1	17,5	17,4	17,0	19,6	22,2	23,7	18,6	15,3	15,2	15,6	17,1	19,3	22,1	22,8	24,2	14,2	19,0	16,5
12.7.2013	15,0	15,4	16,2	17,6	17,5	17,1	19,7	22,2	23,6	18,7	15,4	15,3	15,7	17,2	19,3	22,1	22,8	24,1	14,3	19,0	17,5
13.7.2013	15,1	15,6	16,3	17,7	17,6	17,2	19,8	22,2	23,5	18,7	15,5	15,4	15,8	17,2	19,3	22,0	22,8	24,0	14,3	19,0	18,3
14.7.2013	15,2	15,7	16,4	17,9	17,7	17,3	19,8	22,3	23,5	18,8	15,6	15,5	15,9	17,3	19,3	22,0	22,8	24,0	14,4	19,0	18,8
15.7.2013	15,3	15,8	16,5	18,0	17,8	17,4	19,9	22,3	23,4	18,9	15,7	15,6	15,9	17,3	19,4	21,9	22,8	23,9	14,5	19,1	18,0
16.7.2013	15,4	15,9	16,7	18,1	17,9	17,5	19,9	22,3	23,3	18,9	15,8	15,7	16,0	17,4	19,4	21,8	22,8	23,8	14,5	19,1	18,5
17.7.2013	15,5	16,1	16,8	18,2	18,0	17,6	20,0	22,3	23,3	19,0	15,9	15,8	16,1	17,4	19,4	21,8	22,8	23,8	14,6	19,1	20,2
18.7.2013	15,6	16,2	16,9	18,3	18,1	17,7	20,1	22,3	23,2	19,1	16,0	15,9	16,2	17,5	19,5	21,7	22,7	23,7	14,6	19,2	21,0
19.7.2013	15,7	16,3	17,0	18,4	18,2	17,8	20,1	22,3	23,1	19,1	16,1	16,0	16,3	17,5	19,5	21,7	22,7	23,6	14,7	19,2	22,1
20.7.2013	15,8	16,4	17,1	18,5	18,3	17,9	20,2	22,3	23,1	19,2	16,2	16,1	16,4	17,6	19,5	21,6	22,7	23,6	14,8	19,2	20,5
21.7.2013	15,9	16,6	17,2	18,6	18,4	17,9	20,3	22,3	23,0	19,3	16,3	16,2	16,4	17,7	19,5	21,6	22,7	23,5	14,8	19,2	20,3
22.7.2013	16,0	16,7	17,3	18,7	18,5	18,0	20,3	22,3	23,0	19,4	16,4	16,3	16,5	17,7	19,6	21,5	22,7	23,5	14,9	19,3	21,7
23.7.2013	16,1	16,8	17,4	18,9	18,6	18,1	20,4	22,3	22,9	19,4	16,5	16,4	16,6	17,8	19,6	21,5	22,7	23,4	15,0	19,3	22,2
24.7.2013	16,2	16,9	17,6	19,0	18,7	18,2	20,5	22,3	22,8	19,5	16,6	16,5	16,7	17,8	19,6	21,4	22,7	23,3	14,9	19,3	22,8
25.7.2013	16,3	17,1	17,7	19,1	18,8	18,3	20,5	22,3	22,8	19,6	16,7	16,7	16,8	17,9	19,7	21,4	22,7	23,3	15,1	19,4	21,8
26.7.2013	16,4	17,2	17,8	19,2	18,9	18,4	20,6	22,3	22,7	19,6	16,8	16,8	16,9	18,0	19,7	21,3	22,6	23,2	15,2	19,4	23,9
27.7.2013	16,5	17,3	17,9	19,3	19,0	18,5	20,6	22,3	22,6	19,7	16,9	16,9	16,9	18,0	19,7	21,3	22,6	23,1	15,2	19,4	27,2
28.7.2013	16,6	17,5	18,0	19,4	19,1	18,6	20,7	22,3	22,6	19,8	17,0	17,0	17,0	18,1	19,7	21,2	22,6	23,1	15,3	19,5	29,0
29.7.2013	16,7	17,6	18,1	19,5	19,2	18,7	20,8	22,3	22,5	19,9	17,1	17,1	17,1	18,1	19,8	21,2	22,6	23,0	15,4	19,5	24,7
30.7.2013	16,8	17,7	18,3	19,7	19,3	18,8	20,8	22,4	22,4	19,9	17,2	17,2	17,2	18,2	19,8	21,1	22,6	22,9	15,5	19,5	20,4

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
31.7.2013	16,9	17,9	18,4	19,8	19,4	18,9	20,9	22,4	22,4	20,0	17,4	17,3	17,3	18,2	19,8	21,1	22,6	22,9	15,6	19,6	21,3
1.8.2013	17,0	18,0	18,5	19,9	19,6	19,0	21,0	22,4	22,3	20,1	17,5	17,4	17,4	18,3	19,9	21,0	22,6	22,8	15,7	19,6	22,0
2.8.2013	17,2	18,2	18,6	20,0	19,7	19,1	21,0	22,4	22,2	20,2	17,6	17,6	17,5	18,4	19,9	21,0	22,5	22,7	15,8	19,6	24,4
3.8.2013	17,3	18,3	18,7	20,1	19,8	19,2	21,1	22,4	22,2	20,2	17,7	17,7	17,5	18,4	19,9	20,9	22,5	22,7	15,9	19,7	26,5
4.8.2013	17,4	18,4	18,9	20,3	19,9	19,3	21,2	22,4	22,1	20,3	17,8	17,8	17,6	18,5	19,9	20,9	22,5	22,6	16,0	19,7	22,7
5.8.2013	17,5	18,6	19,0	20,4	20,0	19,4	21,2	22,4	22,1	20,4	17,9	17,9	17,7	18,5	20,0	20,8	22,5	22,6	16,0	19,7	21,0
6.8.2013	17,6	18,6	19,1	20,5	20,1	19,5	21,3	22,3	21,9	20,4	18,0	18,0	17,8	18,6	20,0	20,8	22,4	22,5	16,2	19,8	24,7
7.8.2013	17,5	18,4	18,9	20,3	20,0	19,5	21,1	22,0	21,5	20,2	18,0	18,0	17,9	18,5	19,9	20,6	22,0	22,3	16,2	19,7	23,4
8.8.2013	17,5	18,2	18,8	20,1	19,9	19,5	20,8	21,7	21,0	20,0	17,9	17,9	18,1	18,5	19,8	20,5	21,6	22,0	16,4	19,5	24,4
9.8.2013	17,4	17,9	18,6	19,9	19,8	19,5	20,6	21,4	20,5	19,8	17,9	17,9	18,2	18,4	19,7	20,4	21,2	21,8	16,5	19,4	18,4
10.8.2013	17,4	17,7	18,5	19,8	19,7	19,5	20,4	21,0	20,1	19,6	17,8	17,8	18,3	18,4	19,6	20,2	20,9	21,6	16,6	19,3	17,6
11.8.2013	17,3	17,4	18,3	19,6	19,6	19,5	20,2	20,7	19,6	19,4	17,8	17,8	18,5	18,3	19,5	20,1	20,5	21,4	16,6	19,2	17,4
12.8.2013	17,6	17,4	18,2	19,2	19,2	19,1	19,8	20,3	19,9	19,1	17,8	17,7	18,7	18,3	19,4	19,9	20,1	21,2	16,5	19,1	18,0
13.8.2013	17,8	17,6	18,1	18,9	18,8	18,6	19,5	20,1	20,5	19,0	17,7	17,7	18,7	18,2	19,3	19,8	20,1	21,0	16,4	19,1	17,9
14.8.2013	17,7	17,6	18,0	18,8	18,7	18,5	19,2	19,9	19,9	18,8	17,7	17,7	18,7	18,2	19,2	19,7	19,7	20,8	16,4	18,9	16,0
15.8.2013	17,7	17,5	17,9	18,7	18,6	18,4	19,0	19,7	19,8	18,7	17,7	17,6	18,6	18,1	19,1	19,5	19,4	20,6	16,4	18,8	15,7
16.8.2013	17,7	17,5	17,8	18,6	18,5	18,3	18,9	19,7	20,2	18,7	17,6	17,6	18,6	18,0	19,0	19,4	19,5	20,4	16,4	18,8	17,4
17.8.2013	17,6	17,5	17,8	18,5	18,4	18,3	18,9	20,0	20,7	18,8	17,6	17,5	18,6	18,0	18,9	19,3	19,8	20,2	16,5	18,7	19,8
18.8.2013	17,7	17,5	17,8	18,5	18,4	18,2	19,1	20,5	21,6	18,9	17,5	17,5	18,5	17,9	18,8	19,1	20,4	20,0	16,5	18,7	23,4
19.8.2013	17,7	17,5	17,8	18,4	18,3	18,2	19,3	20,9	21,8	19,0	17,5	17,4	18,5	17,9	18,8	19,0	20,7	19,8	16,5	18,7	18,5
20.8.2013	17,7	17,5	17,8	18,5	18,3	18,1	19,3	20,3	20,3	18,7	17,5	17,4	18,5	17,8	18,7	18,9	19,8	19,6	16,5	18,5	15,2
21.8.2013	17,6	17,4	17,7	18,5	18,3	18,1	19,0	19,4	18,9	18,4	17,4	17,4	18,4	17,8	18,6	18,7	18,8	19,4	16,4	18,3	14,6
22.8.2013	17,6	17,4	17,6	18,4	18,2	18,0	18,6	18,9	18,8	18,2	17,4	17,3	18,4	17,7	18,5	18,6	18,5	19,2	16,4	18,2	14,9
23.8.2013	17,5	17,4	17,6	18,2	18,1	17,9	18,4	18,8	18,8	18,1	17,4	17,3	18,4	17,7	18,4	18,5	18,4	19,0	16,4	18,1	16,0
24.8.2013	17,5	17,3	17,5	18,1	18,0	17,8	18,2	18,8	19,1	18,1	17,3	17,2	18,3	17,6	18,3	18,3	18,6	18,8	16,4	18,1	17,6
25.8.2013	17,5	17,3	17,5	18,0	17,8	17,7	18,2	19,0	19,2	18,1	17,3	17,2	18,3	17,6	18,2	18,2	18,6	18,7	16,5	18,0	15,2
26.8.2013	17,5	17,3	17,4	17,9	17,7	17,6	18,1	18,4	18,1	17,8	17,2	17,2	18,2	17,5	18,1	18,1	17,9	18,5	16,4	17,8	15,2
27.8.2013	17,5	17,2	17,4	17,8	17,6	17,5	17,8	18,0	17,7	17,6	17,2	17,1	18,1	17,5	18,0	18,0	17,5	18,3	16,4	17,7	14,5
28.8.2013	17,4	17,2	17,3	17,7	17,5	17,4	17,6	17,6	17,5	17,5	17,2	17,1	18,1	17,4	18,0	17,8	17,3	18,1	16,4	17,6	15,3
29.8.2013	17,2	17,0	17,1	17,5	17,4	17,2	17,3	17,5	17,3	17,3	17,1	17,0	18,0	17,4	17,9	17,7	17,2	17,9	16,3	17,5	14,8
30.8.2013	17,2	16,9	17,0	17,4	17,3	17,1	17,2	17,4	17,4	17,2	17,1	17,0	17,9	17,3	17,8	17,6	17,2	17,8	16,3	17,5	16,6
31.8.2013	17,1	16,9	17,0	17,3	17,2	17,0	17,1	17,6	17,9	17,2	17,1	17,0	17,8	17,2	17,7	17,5	17,5	17,6	16,3	17,4	19,0
1.9.2013	17,1	16,9	16,9	17,2	17,1	16,9	17,1	17,7	17,9	17,2	17,0	16,9	17,8	17,2	17,6	17,4	17,6	17,4	16,2	17,4	15,2
2.9.2013	17,0	16,8	16,9	17,2	17,0	16,9	17,1	17,4	17,1	17,0	17,0	16,9	17,7	17,1	17,5	17,2	16,9	17,3	16,2	17,2	14,7
3.9.2013	17,1	16,8	16,9	17,1	17,0	16,9	17,0	17,1	16,9	16,9	16,9	16,8	17,7	17,1	17,4	17,1	16,7	17,1	16,2	17,1	18,3
4.9.2013	17,0	16,7	16,8	17,0	16,9	16,8	16,8	17,0	17,3	16,9	16,9	16,8	17,6	17,0	17,3	17,0	17,0	16,9	16,1	17,1	18,0
5.9.2013	16,9	16,6	16,7	16,9	16,8	16,6	16,7	17,3	17,6	16,9	16,9	16,8	17,5	17,0	17,3	16,9	17,4	16,8	16,1	17,1	17,1
6.9.2013	16,8	16,5	16,6	16,8	16,7	16,6	16,8	17,4	17,8	16,9	16,8	16,7	17,5	16,9	17,2	16,8	17,5	16,6	16,0	17,0	17,6
7.9.2013	16,8	16,5	16,6	16,8	16,8	16,6	16,8	17,6	17,9	16,9	16,8	16,7	17,4	16,9	17,1	16,7	17,5	16,4	16,0	16,9	17,8
8.9.2013	16,8	16,5	16,6	16,8	16,8	16,6	16,9	17,7	18,0	17,0	16,8	16,6	17,4	16,8	17,0	16,5	17,5	16,3	16,0	16,9	18,7
9.9.2013	16,8	16,5	16,5	16,8	16,8	16,6	17,0	17,8	18,3	17,0	16,7	16,6	17,4	16,8	16,9	16,4	17,7	16,1	16,0	16,8	16,0

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
10.9.2013	16,8	16,5	16,6	16,9	16,7	16,6	17,0	17,5	17,2	16,9	16,7	16,6	17,4	16,7	16,8	16,3	17,0	16,0	16,0	16,7	12,9
11.9.2013	16,7	16,5	16,6	16,9	16,8	16,6	16,8	17,0	16,5	16,7	16,7	16,5	17,4	16,7	16,8	16,2	16,4	15,8	16,0	16,6	13,2
12.9.2013	16,8	16,5	16,5	16,8	16,7	16,5	16,6	16,5	16,2	16,5	16,6	16,5	17,3	16,6	16,7	16,1	16,0	15,6	16,0	16,4	12,7
13.9.2013	16,7	16,5	16,5	16,6	16,6	16,4	16,3	16,3	16,0	16,4	16,6	16,4	17,3	16,6	16,6	16,0	15,8	15,5	16,0	16,4	13,7
14.9.2013	16,6	16,4	16,4	16,5	16,5	16,4	16,1	16,1	16,0	16,3	16,6	16,4	17,2	16,5	16,5	15,9	15,9	15,3	15,9	16,3	16,6
15.9.2013	16,7	16,4	16,4	16,4	16,3	16,2	16,1	16,2	16,4	16,3	16,5	16,4	17,2	16,5	16,4	15,8	16,0	15,2	15,9	16,2	16,6
16.9.2013	16,6	16,3	16,3	16,3	16,2	16,1	16,0	16,4	16,6	16,3	16,5	16,3	17,1	16,4	16,4	15,7	16,2	15,0	15,9	16,2	13,9
17.9.2013	16,5	16,2	16,2	16,2	16,2	16,0	16,0	16,1	15,8	16,1	16,4	16,3	17,0	16,4	16,3	15,5	15,7	14,9	15,8	16,1	10,5
18.9.2013	16,5	16,2	16,1	16,2	16,1	16,0	15,8	15,5	14,7	15,8	16,4	16,2	16,9	16,3	16,2	15,4	14,8	14,8	15,8	15,9	10,1
19.9.2013	16,4	15,8	15,4	16,0	15,7	15,6	15,4	15,0	14,4	15,4	16,4	16,2	16,7	16,3	16,1	15,3	14,4	14,6	15,7	15,8	11,1
20.9.2013	16,4	15,5	15,1	15,7	15,3	15,2	15,1	14,7	14,1	15,1	16,3	16,2	16,6	16,2	16,0	15,2	14,2	14,5	15,7	15,7	11,9
21.9.2013	16,3	15,5	15,3	15,5	15,2	15,0	14,8	14,5	14,2	15,0	16,3	16,1	16,7	16,2	16,0	15,1	14,1	14,3	15,7	15,6	12,9
22.9.2013	16,2	15,5	15,4	15,3	15,2	15,0	14,6	14,4	14,0	14,9	16,3	16,1	16,5	16,1	15,9	15,0	14,1	14,2	15,6	15,5	12,7
23.9.2013	16,2	15,2	14,5	15,1	14,8	14,7	14,5	14,4	14,3	14,7	16,2	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	14,2	14,0	15,6	15,4	15,6
24.9.2013	16,0	15,0	14,6	14,9	14,7	14,4	14,3	14,3	14,4	14,6	16,2	16,0	16,2	16,0	15,7	14,8	14,3	13,9	15,5	15,4	14,7
25.9.2013	16,0	14,9	14,5	14,8	14,5	14,4	14,3	14,3	14,3	14,5	16,2	16,0	16,1	16,0	15,7	14,7	14,3	13,8	15,4	15,3	13,0
26.9.2013	15,8	14,9	14,6	14,7	14,5	14,3	14,2	14,3	14,3	14,5	16,1	15,9	16,1	16,0	15,6	14,6	14,3	13,6	15,3	15,3	12,6
27.9.2013	15,7	14,4	13,8	14,6	14,2	14,0	14,1	14,0	13,5	14,1	15,9	15,8	15,7	15,8	15,2	14,2	13,9	13,3	15,3	15,0	7,3
28.9.2013	15,6	14,3	14,1	14,4	14,1	13,9	13,7	13,3	12,5	13,8	15,6	15,5	15,9	15,5	14,4	13,5	13,1	12,1	15,2	14,4	7,0
29.9.2013	15,5	14,3	14,1	14,3	14,1	13,9	13,4	12,8	11,9	13,6	15,5	15,5	15,8	15,3	14,3	13,0	12,6	11,7	15,1	14,2	8,4
30.9.2013	15,4	14,0	13,2	14,0	13,6	13,4	13,1	12,5	11,7	13,2	15,4	15,4	15,3	15,2	14,1	12,6	12,2	11,3	15,0	13,9	8,1
1.10.2013	15,3	13,4	12,6	13,6	13,1	12,9	12,7	12,0	11,1	12,7	15,2	15,4	15,1	15,1	13,9	12,1	11,8	10,9	14,9	13,7	5,3
2.10.2013	15,2	13,1	12,3	13,3	12,7	12,4	12,3	11,5	10,5	12,3	15,1	15,4	14,9	15,0	13,7	11,7	11,2	10,5	14,9	13,4	4,6
3.10.2013	15,1	12,7	11,8	13,0	12,3	12,0	11,8	10,9	9,7	11,8	14,9	15,3	14,6	14,8	13,6	11,2	10,6	10,1	14,8	13,1	4,1
4.10.2013	14,8	12,6	11,9	12,9	12,3	12,1	11,8	10,5	9,4	11,7	14,7	15,0	14,4	14,5	12,9	10,6	10,4	9,7	14,9	12,8	5,6
5.10.2013	14,5	12,7	12,4	12,7	12,4	12,3	11,6	10,1	9,1	11,7	14,3	14,5	14,4	13,9	11,5	9,9	10,3	9,1	15,0	12,2	6,9
6.10.2013	14,4	12,8	12,6	12,6	12,4	12,3	11,5	10,2	9,7	11,8	14,4	14,6	14,3	13,7	11,2	10,0	10,4	9,7	14,9	12,3	8,1
7.10.2013	14,3	12,5	11,8	12,4	12,0	11,9	11,4	10,5	10,1	11,6	14,2	14,3	13,8	13,5	11,1	10,3	10,6	9,9	14,9	12,2	8,8
8.10.2013	14,1	12,2	11,5	12,1	11,8	11,6	11,3	10,6	10,1	11,4	14,0	14,2	13,7	13,3	11,0	10,3	10,7	10,0	14,7	12,1	8,8
9.10.2013	14,0	12,1	11,4	12,0	11,6	11,4	11,2	10,7	10,3	11,3	13,5	13,9	13,5	13,2	11,1	10,4	10,7	10,0	14,6	12,0	9,5
10.10.2013	13,9	12,1	11,6	11,9	11,6	11,5	11,2	10,9	10,9	11,5	13,4	13,8	13,6	13,1	11,0	10,7	11,1	10,8	14,5	12,2	12,7
11.10.2013	13,8	12,0	11,5	11,8	11,5	11,4	11,2	11,2	11,0	11,5	13,4	13,7	13,4	13,0	10,9	11,0	11,4	11,0	14,4	12,2	8,9
12.10.2013	13,7	12,0	11,8	11,8	11,6	11,5	11,3	11,1	10,6	11,5	13,4	13,8	13,6	12,9	11,0	10,8	11,1	10,5	14,3	12,1	8,8
13.10.2013	13,6	12,1	11,8	11,8	11,8	11,7	11,2	10,9	10,5	11,5	13,2	13,7	13,4	12,8	10,7	10,7	11,2	10,7	14,1	12,1	8,7
14.10.2013	13,5	11,6	10,7	11,7	11,3	11,3	11,2	10,8	10,1	11,1	13,0	13,4	12,8	12,8	10,9	10,4	10,8	9,9	14,1	11,7	6,8
15.10.2013	13,5	11,3	10,6	11,5	11,0	10,9	11,0	10,7	10,2	10,9	12,8	13,2	12,8	12,7	10,9	10,3	10,6	10,0	14,0	11,7	9,5
16.10.2013	13,4	11,1	10,5	11,3	10,9	10,7	10,8	10,7	10,4	10,8	12,6	13,0	12,6	12,6	11,0	10,4	10,7	10,2	13,9	11,6	8,8
17.10.2013	13,3	11,0	10,2	11,2	10,7	10,6	10,7	10,5	9,8	10,6	12,5	12,9	12,4	12,5	10,9	10,2	10,5	9,7	13,8	11,5	9,5
18.10.2013	13,3	10,9	10,3	11,1	10,6	10,4	10,5	10,5	10,2	10,6	12,4	12,8	12,5	12,4	10,7	10,3	10,6	10,1	13,8	11,5	10,5
19.10.2013	13,1	10,9	10,7	11,0	10,7	10,6	10,3	10,2	9,5	10,5	12,2	12,7	12,6	12,2	10,5	9,9	10,4	9,5	13,6	11,3	7,5
20.10.2013	13,1	11,2	11,0	11,0	10,9	10,8	10,3	10,1	9,7	10,6	12,2	12,8	12,7	12,2	10,2	9,9	10,3	9,8	13,6	11,3	12,1

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
21.10.2013	13,0	11,1	10,6	11,0	10,8	10,7	10,3	10,4	10,7	10,7	12,3	12,7	12,4	12,1	10,1	10,5	11,0	11,0	13,5	11,5	15,3
22.10.2013	12,9	11,0	10,5	10,9	10,7	10,6	10,4	10,7	11,0	10,7	12,1	12,5	12,3	12,1	10,4	10,8	11,3	11,1	13,4	11,6	13,2
23.10.2013	12,9	11,0	10,6	10,9	10,7	10,6	10,6	11,0	11,2	10,8	12,1	12,6	12,4	12,1	10,5	11,0	11,4	11,1	13,4	11,6	13,6
24.10.2013	12,7	11,0	10,9	11,0	10,9	10,8	10,7	11,2	11,6	11,0	11,9	12,6	12,5	12,1	10,6	11,2	11,8	11,8	13,3	11,8	14,3
25.10.2013	12,8	11,1	10,7	11,0	10,9	10,8	10,8	11,3	11,3	11,0	12,2	12,5	12,4	12,1	10,6	11,3	11,7	11,2	13,3	11,8	9,8
26.10.2013	12,8	11,2	11,1	11,1	11,2	11,0	10,9	11,2	11,3	11,1	12,2	12,6	12,6	12,2	10,7	11,1	11,5	11,3	13,2	11,8	14,5
27.10.2013	12,8	11,4	11,3	11,3	11,3	11,1	11,0	11,5	11,8	11,3	12,2	12,6	12,6	12,3	10,8	11,5	11,9	11,7	13,2	11,9	15,4
28.10.2013	12,8	11,4	11,2	11,3	11,3	11,2	11,2	11,7	11,9	11,4	12,2	12,6	12,6	12,3	10,9	11,6	12,0	11,8	13,2	12,0	17,1
29.10.2013	12,8	11,4	11,2	11,3	11,3	11,2	11,2	11,8	12,0	11,4	12,2	12,6	12,6	12,3	10,9	11,7	12,1	11,8	13,2	12,0	13,5
30.10.2013	12,7	11,1	10,7	11,3	11,1	11,0	11,2	11,5	11,2	11,1	12,2	12,5	12,4	12,3	10,8	11,3	11,6	10,9	13,1	11,8	9,4
31.10.2013	12,6	10,7	10,0	11,1	10,8	10,6	10,9	10,8	9,5	10,6	12,2	12,4	12,1	12,3	10,5	10,2	10,7	9,2	13,0	11,2	4,5
1.11.2013	12,7	10,6	10,2	11,0	10,6	10,4	10,5	10,0	8,7	10,3	12,2	12,4	12,3	12,2	10,2	9,3	9,6	8,2	13,1	10,8	5,9
2.11.2013	12,7	10,9	10,7	10,9	10,7	10,5	10,2	9,6	8,8	10,3	12,2	12,5	12,5	12,1	10,0	9,1	9,4	8,4	13,1	10,8	10,1
3.11.2013	12,7	11,0	10,7	10,8	10,7	10,6	10,0	9,7	9,6	10,4	12,2	12,4	12,3	11,9	9,9	9,5	9,8	9,3	13,1	10,9	11,0
4.11.2013	12,6	10,4	9,5	10,5	10,1	10,0	9,9	9,7	8,9	9,9	12,0	12,1	11,6	11,8	9,8	9,3	9,6	8,5	13,0	10,6	9,7
5.11.2013	12,5	10,2	9,6	10,3	9,9	9,7	9,6	9,5	9,0	9,7	12,0	12,1	11,8	11,6	9,5	9,2	9,5	8,6	13,0	10,5	7,7
6.11.2013	12,4	10,0	9,3	10,1	9,7	9,5	9,5	9,2	8,3	9,4	11,9	12,0	11,6	11,5	9,3	8,8	9,1	7,9	12,9	10,3	7,6
7.11.2013	12,3	10,0	9,5	10,0	9,7	9,5	9,3	9,0	8,8	9,5	11,8	12,0	11,7	11,4	9,2	8,9	9,1	8,6	12,8	10,3	13,3
8.11.2013	12,3	10,1	9,6	10,0	9,7	9,5	9,3	9,4	9,6	9,6	11,7	12,0	11,7	11,3	9,2	9,4	9,7	9,4	12,7	10,5	14,0
9.11.2013	12,2	10,2	10,0	9,9	9,8	9,6	9,3	9,7	9,9	9,8	11,7	12,0	11,8	11,2	9,3	9,9	10,2	9,8	12,7	10,7	10,6
10.11.2013	12,0	10,2	9,8	9,9	9,8	9,7	9,4	9,5	8,7	9,6	11,6	11,9	11,5	11,2	9,4	9,4	9,7	8,7	12,6	10,4	6,6
11.11.2013	12,0	9,7	8,8	9,8	9,4	9,2	9,3	9,0	8,1	9,2	11,5	11,6	11,0	11,1	9,1	8,8	9,1	8,0	12,6	10,0	6,1
12.11.2013	11,8	9,3	8,6	9,6	9,1	8,9	8,9	8,5	7,3	8,8	11,3	11,5	11,0	11,0	8,8	8,2	8,6	7,3	12,4	9,7	3,1
13.11.2013	11,8	9,1	8,3	9,3	8,8	8,6	8,5	7,8	6,2	8,3	11,3	11,4	10,7	10,8	8,3	7,5	7,8	6,3	12,4	9,3	2,0
14.11.2013	11,7	8,8	7,9	9,0	8,4	8,2	8,0	7,1	5,5	7,9	11,2	11,3	10,5	10,6	7,8	6,7	7,1	5,5	12,3	8,8	0,7
15.11.2013	11,6	8,6	7,7	8,7	8,1	7,8	7,6	6,6	5,5	7,6	11,0	11,2	10,3	10,4	7,5	6,4	6,7	5,5	12,3	8,6	3,2
16.11.2013	11,4	8,8	8,4	8,5	8,2	7,9	7,2	6,5	5,8	7,7	10,8	11,2	10,8	10,1	7,5	6,4	6,8	5,8	12,2	8,7	4,7
17.11.2013	11,3	8,8	7,9	8,3	8,0	7,8	7,1	6,4	5,3	7,4	10,7	11,0	10,1	9,9	7,3	6,3	6,7	5,4	12,1	8,4	1,6
18.11.2013	11,1	8,1	7,0	8,1	7,4	7,2	6,9	6,2	5,5	7,0	10,5	10,7	9,7	9,7	6,9	6,2	6,6	5,7	12,0	8,3	5,2
19.11.2013	11,1	8,0	7,2	7,9	7,3	7,0	6,7	6,4	6,0	7,1	10,3	10,7	9,8	9,5	6,8	6,5	6,9	6,2	11,9	8,3	6,9
20.11.2013	10,9	8,0	7,2	7,7	7,2	7,0	6,6	6,5	6,3	7,1	10,2	10,5	9,6	9,3	6,7	6,8	7,2	6,6	11,8	8,4	5,8
21.11.2013	10,8	7,7	6,7	7,6	7,0	6,7	6,6	6,5	5,9	6,8	10,0	10,2	9,3	9,2	6,7	6,6	7,0	6,2	11,7	8,2	4,7
22.11.2013	10,8	7,7	7,0	7,5	7,0	6,8	6,6	6,4	6,1	6,9	9,8	10,2	9,5	9,1	6,6	6,6	7,0	6,4	11,6	8,2	6,6
23.11.2013	10,7	8,0	7,6	7,5	7,2	7,0	6,6	6,5	6,2	7,1	9,7	10,2	9,8	9,0	6,5	6,8	7,2	6,5	11,5	8,2	5,7
24.11.2013	10,6	8,0	7,2	7,6	7,2	7,1	6,6	6,5	6,1	7,0	9,6	10,0	9,2	9,0	6,5	6,8	7,2	6,5	11,4	8,1	4,9
25.11.2013	10,3	7,2	5,9	7,3	6,6	6,4	6,4	6,1	5,0	6,4	9,3	9,5	8,5	8,8	6,5	6,0	6,4	4,9	11,3	7,5	0,8
26.11.2013	10,2	6,9	5,8	7,0	6,3	6,0	6,1	5,4	4,0	5,9	9,1	9,3	8,4	8,6	6,3	5,1	5,5	3,9	11,2	7,0	0,4
27.11.2013	10,1	6,6	5,5	6,7	6,0	5,7	5,6	4,7	3,2	5,5	8,9	9,1	8,2	8,4	5,8	4,4	4,8	3,0	11,1	6,6	-1,4
28.11.2013	10,1	6,5	5,5	6,5	5,8	5,5	5,2	4,2	2,7	5,2	8,9	9,1	8,1	8,2	5,5	3,9	4,2	2,6	11,0	6,3	1,6
29.11.2013	9,9	6,4	5,4	6,3	5,6	5,3	4,8	3,9	2,8	5,1	8,8	9,1	8,0	7,9	5,2	3,9	4,1	3,1	11,0	6,3	3,5
30.11.2013	9,8	6,6	6,1	6,1	5,7	5,4	4,6	3,9	3,3	5,2	8,7	9,1	8,4	7,7	5,0	4,1	4,4	3,5	10,9	6,4	4,1

	Teplota S10 (°C)	Teplota S1 (°C)	Teplota S2 (°C)	Teplota S3 (°C)	Teplota S4 (°C)	Teplota S5 (°C)	Teplota S6 (°C)	Teplota S8 (°C)	Teplota S9 (°C)	Průměrná teplota masivu S	Teplota H10 (°C)	Teplota H1 (°C)	Teplota H2 (°C)	Teplota H3 (°C)	Teplota H5 (°C)	Teplota H7 (°C)	Teplota H8 (°C)	Teplota H9 (°C)	Teplota H11 (°C)	Průměrná teplota masivu H	Teplota te (°C)
1.12.2013	9,7	6,7	5,8	6,1	5,6	5,4	4,6	4,1	3,6	5,2	8,6	9,0	8,0	7,5	4,9	4,3	4,5	3,8	10,8	6,3	4,4
2.12.2013	9,5	6,2	5,0	5,8	5,2	5,0	4,6	4,2	3,6	4,9	8,3	8,6	7,5	7,4	4,8	4,3	4,6	3,7	10,6	6,1	3,0
3.12.2013	9,3	5,8	4,6	5,6	4,9	4,6	4,3	3,8	2,7	4,5	8,1	8,4	7,0	7,2	4,6	3,8	4,1	2,6	10,5	5,7	-1,9
4.12.2013	9,2	5,4	4,1	5,4	4,6	4,2	4,1	3,3	2,1	4,2	8,0	8,1	6,7	7,0	4,3	3,2	3,5	2,0	10,4	5,3	-1,3
5.12.2013	9,1	5,3	4,2	5,2	4,4	4,1	3,9	3,1	2,0	4,0	7,8	8,0	6,8	6,8	4,1	2,9	3,3	2,0	10,3	5,2	3,7
6.12.2013	9,0	5,1	3,9	5,0	4,2	3,9	3,6	2,9	2,1	3,8	7,6	7,8	6,5	6,6	4,0	3,0	3,3	2,2	10,2	5,1	2,1
7.12.2013	8,9	5,3	4,7	4,8	4,3	4,0	3,4	2,7	1,9	3,9	7,4	7,8	6,9	6,4	3,8	2,8	3,0	1,9	10,0	5,0	1,4
8.12.2013	8,8	5,5	4,4	4,8	4,4	4,1	3,3	2,7	2,1	3,9	7,4	7,7	6,5	6,3	3,7	2,8	3,0	2,1	10,0	4,9	4,5
9.12.2013	8,7	5,0	3,7	4,6	3,9	3,7	3,3	3,0	2,9	3,8	7,3	7,5	6,1	6,1	3,6	3,3	3,5	3,0	9,9	5,0	6,7
10.12.2013	8,6	4,9	3,9	4,5	3,9	3,6	3,4	3,5	3,8	4,0	7,2	7,6	6,3	6,0	3,5	3,9	4,2	4,0	9,8	5,3	7,5
11.12.2013	8,5	4,9	4,0	4,5	4,0	3,7	3,6	4,0	4,4	4,1	7,1	7,4	6,3	6,0	3,7	4,5	4,7	4,6	9,7	5,5	5,9
12.12.2013	8,3	4,8	3,8	4,5	4,0	3,7	3,8	4,2	4,3	4,1	6,9	7,3	6,1	5,9	3,9	4,5	4,7	4,3	9,5	5,4	1,9
13.12.2013	8,3	4,8	3,5	4,5	4,0	3,7	3,8	4,1	4,0	4,1	6,8	7,3	5,5	5,9	3,9	4,2	4,5	3,8	9,5	5,2	0,2

Příloha 12 - Tabulka naměřených hodnot

10. Seznam příloh

PŘÍLOHA 1 – REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA S10 - REFERENČNÍ ČIDLO (SLINK).....	51
PŘÍLOHA 2 - REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA S1 - ČIDLO V TĚSNÉ BLÍZKOSTI ZEMNÍHO VÝMĚNÍKU (SLINK)	51
PŘÍLOHA 3 - REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA S9 - ČIDLO NEJBLIŽE ZEMSKÉMU POVRCHU (SLINK)	52
PŘÍLOHA 4 - REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA PRŮMĚRU Z TEPLOTNÍCH ČIDEL S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8 A S9 (SLINK)	52
PŘÍLOHA 5 - REGRESNÍ ANALÝZA TEPLOTY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ (TE).....	53
PŘÍLOHA 6 - REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA H11 - REFERENČNÍ ČIDLO (LINEÁRNÍ)	53
PŘÍLOHA 7 - REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA H1 - ČIDLO V TĚSNÉ BLÍZKOSTI ZEMNÍHO VÝMĚNÍKU (LINEÁRNÍ).....	54
PŘÍLOHA 8 - REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA H9 - ČIDLO NEJBLIŽE ZEMSKÉMU POVRCHU (LINEÁRNÍ)	54
PŘÍLOHA 9 - REGRESNÍ ANALÝZA ČIDLA PRŮMĚRU Z TEPLOTNÍCH ČIDEL H1, H2, H3, H5, H7, H8, H9, H10 (LINEÁRNÍ)	55
PŘÍLOHA 10 - POROVNÁNÍ PRŮBĚHŮ PRŮMĚRNÝCH TEPLOT VŠECH ČIDEL VÝMĚNÍKU TYPU SLINK A TEPLOT VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ.....	56
PŘÍLOHA 11 - POROVNÁNÍ PRŮBĚHU PRŮMĚRNÝCH TEPLOT VŠECH ČIDEL ZEMNÍHO LINEÁRNÍHO VÝMĚNÍKU A TEPLOT VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	57
PŘÍLOHA 12 - TAB. NAMĚŘENÝCH HODNOT	69