

Hospodaření s dešťovou vodou v kontextu adaptace a zmírnění změny klimatu

Marco Schmidt

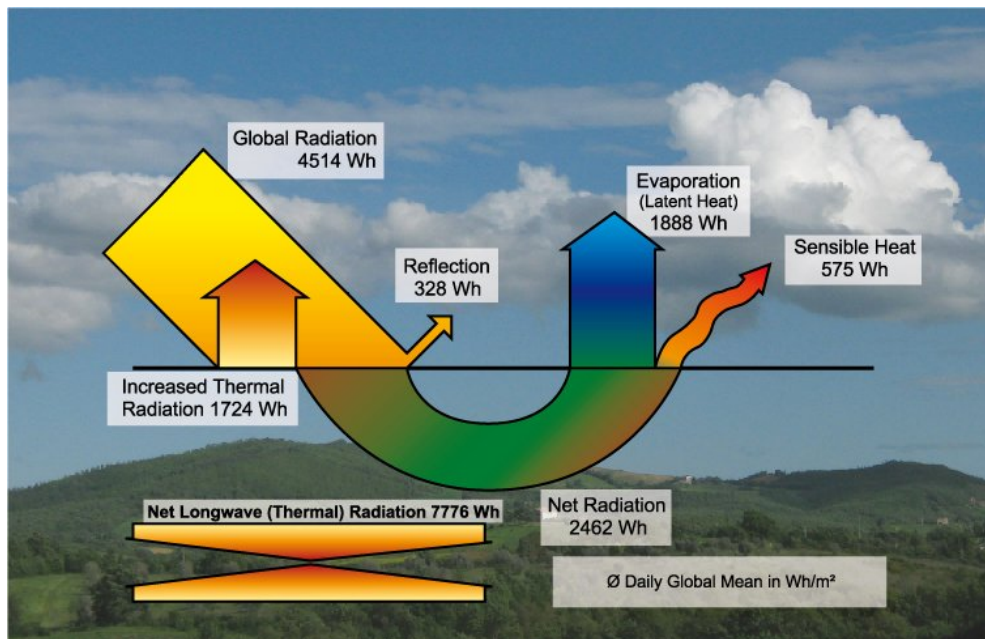
Abstrakt

Proces urbanizace snižuje plochu rostlinného pokryvu a s ním spojenou evapotranspiraci ve světovém měřítku rychlostí 150 km² denně. Materiály, jako je asfalt a beton, způsobují dlouhodobé tepelné vyzařování, znatelné uvolňování tepla a vytvářejí efekt tepelných ostrovů, čímž přispívají k lokální a potažmo globální změně klimatu. Využívání dešťové vody a hospodaření s ní je klíčovou strategií pro zmírnění povodní ve městech a rostoucích teplot a suchu. Environmentálním dopadem urbanizace na vodní cyklus je snižování výparu vody, což způsobuje řetězovou reakci, kdy se snižuje množství srážek a zvětšuje horko. Výpar vody ve městě může být podpořen navrhováním a budováním zelených střech, zelených fasád a opatřeními na vsakování vody do podzemí kombinovanými s vegetací. Mezi levné a spolehlivé nepřirodní technologie patří odpařovací chladicí systémy a hybridní chladiče, které mohou pro svou činnost bez problémů využívat dešťovou vodu. Snižují provozní náklady na chlazení a uzavírají přírodní vodní cyklus: výpar – kondenzace – srážky. Tato opatření založená spíše na výparu než na vsakování či odtoku vody jsou součástí nového vodního paradigmatu, které vysvětluje lokální a globální změnu klimatu z odlišného úhlu pohledu. V Berlíně je použití principů tohoto nového vodního paradigmatu uplatněno v praxi v několika projektech.

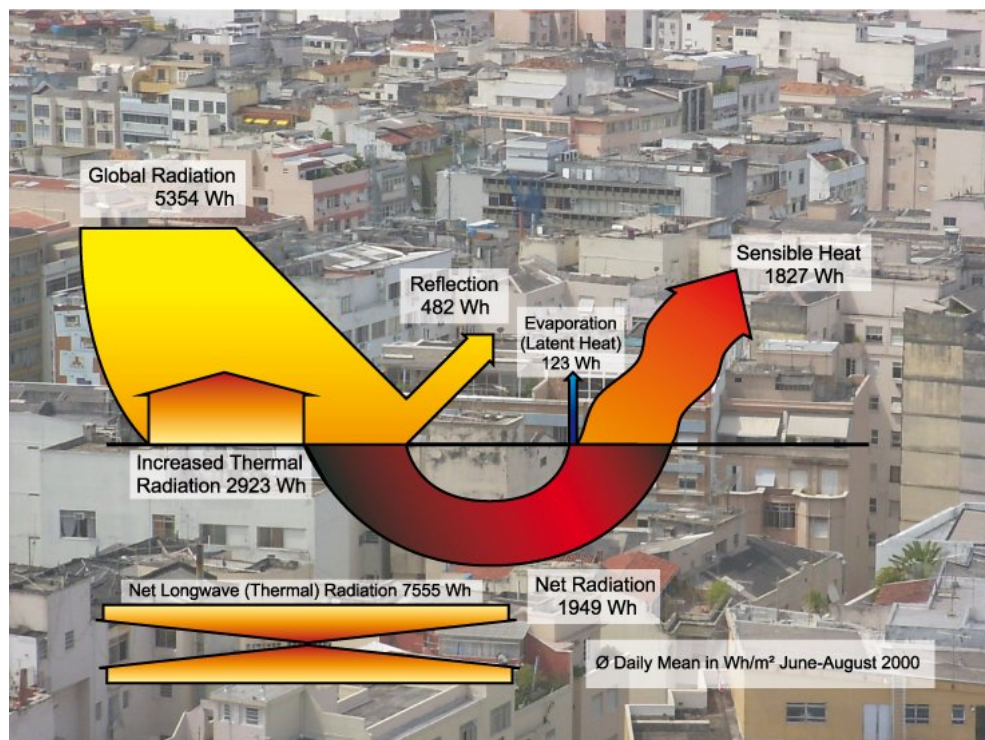
Úvod

Dešťová voda je klíčovým předmětem globální změny klimatu. Na jedné straně se očekávají intenzivnější přivalové deště kombinované s delšími obdobími sucha. To ovlivňuje zásobování pitnou vodou, rostlinnou výrobu a může vést k přetížení městských stokových systémů s negativním dopadem na infrastrukturu a jakost povrchových vod. Na druhé straně, a to bylo dosud většinou ignorováno, lokální a globální koloběh vody je značně měněn v důsledku užívání půdy, které není trvale udržitelné a má velký vliv na klima. V důsledku globálního denního úbytku 800 km² vegetace se snižuje výpar a následuje řetězová reakce projevující se chybějícími srážkami a uvolňováním fyzického tepla. Přeměna krátkovlnného slunečního záření na výpar vody představuje největší globální změnu energie. Energetická bilance jednoho průměrného světového metru čtverečního je na Obr. 1. 40% dopadajícího viditelného záření jde na výpar vody. Obr. 2 ukazuje energetickou bilanci asfaltové střechy jako příkladu změn v urbanizovaných oblastech. Většina dopadajícího krátkovlnného záření je přeměněna na dlouhovlnné emise a fyzické teplo. Dešťová voda mizí ve stokových

sítích, a proto se nevypařuje. Při urbanizaci je denně přesunuto asi 150 km² z Obr. 1 do Obr. 2. Urbanizace proto má nezanedbatelný vliv na koloběh vody a změnu klimatu.



Obr. 1: Bilance globálního denního záření v ročním průměru (Schmidt et al., 2007). Celkové globální záření je dominováno výparem a kondenzací. Energetická data jsou z www.physicalgeography.net.



Obr. 2: Bilance záření černé asfaltové střechy jako příklad změn záření ve městě (Schmidt, 2005)

Klíčovým elementem hospodaření s dešťovou vodou (HDV), namířeným proti lokální a globální změně přirozeného koloběhu vody a klimatu, je výpar. Levným a spolehlivým opatřením vytvářejícím komfortnější teploty vzduchu uvnitř a vně budov je ozelenění fasád a střeš, které spotřebovávají energii na výpar. Podle měření na UFA Fabrik v Berlíně převede zelená vegetační střecha pokrytá 8 cm půdy v letních měsících 58% čistého dopadajícího záření na evapotranspiraci (Obr. 3). Průměrná roční přeměna energie čistého záření na evapotranspiraci je 81% a výsledné ochlazení 302 kWh/(m²*rok) s čistým zářením 372 kWh/(m²*rok) (Schmidt, 2005).

Asfaltová střecha a zelená střecha na Obr. 4 a 5 jsou monitorovány na stejné lokalitě v Berlíně ve stejném období, a jsou proto přímo srovnatelné.

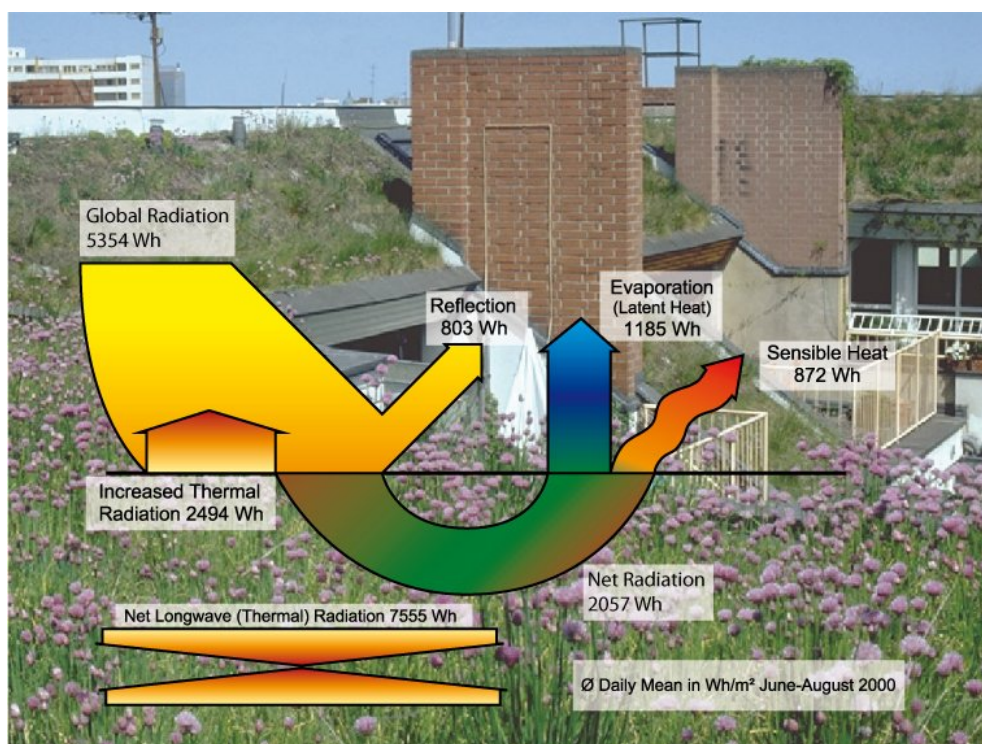


Figure 3: Extenzivní zelené střechy převedou v letních měsících 58% čistého záření na evapotranspiraci, UFA Fabrik in Berlin, Germany (Schmidt, 2005)

Kulturní centrum UFA-Fabrik v Berlíně-Tempelhof je místem různých ekologických projektů (viz: www.ufafabrik.de) včetně integrovaného HDV. Jako první opatření byla v letech 1983 až 1985 ozeleněna většina střeš. V r.1994, bylo zavedeno užívání dešťové vody. Výsledkem je, že voda ze zelených i konvenčních střeš spolu s dešťovým odtokem z ulic je retenována v bývalé podzemní vodárně.

Dešťový systém v UFA-Fabrik má celkový retenční objem 240 m³ ve dvou cisternách. To je ekvivalentní 40 mm neboli 6,7% ročního srážkového úhrnu v povodí. Systém zachycuje především první splach a znečišťující látky a živiny v něm obsažené a odvádí ho do umělého mokřadu k čištění. Protože UFA-Fabrik je odvodněna oddílnou stokovou soustavou, přispívá tím ke zvýšení ekologických přínosů. Shromážděná dešťová voda

je používána na splachování toalet a na zavlažování. Asi 75% dešťové vody v letních měsících směřuje do zavlažování. Tento způsob užívání, velká retenční kapacita pro dešťovou vodu a ozeleněné střechy představují integraci nejlepších způsobů hospodaření podle nového vodního paradigmatu vypařovat raději než vypouštět do kanalizace nebo vsakovat.



Obr. 4 a 5: Ozeleněné střechy, UFA-Fabrik Berlín-Tempelhof

Dalším projektem podporujícím nové vodní paradigma je pozemek DaimlerChrysleru na Potsdamer Platz v Berlíně, nyní SEB (<http://potsdamerplatz-office.de/en/sustainable/ecological-concept/>). Největší staveniště v Evropě v letech 1996-1998 bylo budováno za velmi přísných podmínek regulace HDV. Aby nedošlo k přetížení stávající jednotné kanalizace v centru Berlína, vyžadovalo stavební povolení, aby z nového komplexu neodtékalo více než 3 l/s/ha nebo 1% dešťových vod. Pro splnění tohoto předpisu Atelier Dreiseitl (www.dreiseitl.de) a krajinný architekt Daniel Roehr ve spolupráci s Technickou Univerzitou Berlín použili následující opatření pro hospodaření s 23 000 m³ ročního objemu srážek spadlých na tento pozemek:

- Extenzivní a intenzivní vegetační střechy na všech 19 budovách
- Sběr dešťového odtoku ze střech k splachování toalet a zavlažování rostlin
- Umělé jezero pro retenci dešťových vod a výpar

Protože v této lokalitě nebylo možné vsakování, HDV opatření zahrnovala rovněž užívání dešťové vody ke splachování toalet, vypařování zelenými střechami a umělé jezero jakožto retenční nádrž. Tři cisterny o objemu 2550 m³ odpovídají 12% ročního srážkového úhrnu v povodí. V umělém jezeru o ploše 13 000 m² může kolísat hladina o 30 cm, což odpovídá další retenci 11% ročního srážkového úhrnu. Voda je čištěna a filtrována umělým filtračním systémem a poté v umělém mokřadu o ploše 1900 m², který je osázen převážně rákosem. Výsledná jakost vody i množství odtoku ukazuje, že tento velký systém HDV funguje 12 let, kdy je v provozu, velmi dobře.



Obr. 6: Umělé jezero zásobované dešťovým odtokem ze střech na Potsdamer Platz

Třetím projektem podporujícím nové vodní paradigma je Fyzikální institut v Berlíně-Adlershofu. Budova je umístěna v areálu výzkumných budov a kanceláří s několika opatřeními trvale udržitelné architektury. Byla navržena architekty Georgem Augustinem a Ute Frankem (Berlín) v rámci architektonické soutěže v roce 1997. Dešťová voda je užívána k zavlažování zelené fasády a v centrální klimatizaci s odpařovacím chladicím systémem. Voda je získávána ze střech a skladována v 5 cisternách.

Výzkum chování budov je prováděn Technickou univerzitou v Berlíně a Berlínským senátem městského rozvoje a Německým ministerstvem pro vědu a technologie. Projekt zahrnuje stálý monitoring potřeby vody různých druhů rostlin a osmi klimatizačních jednotek, který běží od roku 2004.



Obr. 7 a 8: Systém ozelenění fasády (vlevo), umělá vodní nádrž kombinovaná se vsakovacím žlabem (vpravo)

System ozelenění fasády je vyhodnocován za účelem zjištění důležitosti evapotranspirace a zastínění na celkové energetické chování budovy včetně měření teploty a záření. Data získaná v rámci tohoto projektu jsou použita ke kalibraci simulačního modelu předpovídajícího chování a přínosy za různých klimatických podmínek. Tato práce slouží jako podklad pro budoucí projekty (SenStadt 2010).

Elektronicky monitorováno je každou minutu asi 280 parametrů. Základní systematické vyhodnocení je založeno na ukazatelích týkajících se vody a jejich vztahu k disipaci energie. Kromě toho je monitorováno 12 druhů rostlin a jejich nároky na údržbu (hnojení, ochrana). Sedm dlouhových, krátkových a infračervených senzorů monitoruje záření týkající se stínění a odrazu u každé fasády. Budova není napojena na dešťovou kanalizaci, což je jedním z cílů tohoto decentralizovaného systému retence a užívání dešťové vody. Odtok z intenzivních přívalových dešťů přepadá do malé vodní nádrže na jednom ze dvorů, odkud se voda může vypařovat nebo vsakovat do podzemí. Za účelem ochrany jakosti podzemních vod je vsakování povoleno jen na plochách pokrytých vegetací. Některé střechy jsou též extenzivně ozeleněny, aby napomáhaly zadržování a čištění dešťové vody.

Závěry

HDV opatření, která jsou orientována spíše na výpar než na vsakování, mají obrovský potenciál snížit dopady urbanizace na životní prostředí. V globálním měřítku je hlavní příčinou změny klimatu snížený výpar (Kravčík et al., 2007). Na základě této znalosti může být populární snaha snížit emise skleníkových plynů jakožto opatření proti globálnímu oteplování fatální dezinterpretací environmentálních procesů. A skutečně, simulace globální změny klimatu stále zanedbávají základní hnací síly globálního klimatu: transpiraci vegetací a evaporaci z půdy. A proto korelace koncentrací CO₂ s globálními teplotami ve skutečnosti představuje procesy spojené s vegetací, a to fotosyntézu a evapotranspiraci.

Poděkování

Tato analýza je součástí projektu KURAS zaměřeného na hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaných oblastech (www.kuras-projekt.de), financovaného převážně Německým ministerstvem vzdělávání a výzkumu (BMBF) v rámci iniciativy FONA (Výzkum pro trvale udržitelný rozvoj).

Reference

- Kravčík, M., J. Pokorný, J., Kohutiar, M., Kováč, E., Tóth (2007) *Water for the recovery of the climate - A New Water Paradigm*: <http://www.waterparadigm.org>
- Ripl, W., J. Pokorný, J., and Scheer H. (2007) 'Memorandum on climate change: The necessary reforms of society to stabilize climate and solve energy issues': <http://www.aquaterra-berlin.de>

- Schmidt, M. (2003) 'Energy saving strategies through the greening of buildings', *Proc. Rio3, World energy and climate event*. Rio de Janeiro, Brasil:
<http://www.rio3.com>
- Schmidt, M. (2005): The interaction between water and energy of greened roofs.
Proceedings World Green Roof Congress, Basel, Switzerland, June.
- Schmidt, M. (2009): Rainwater harvesting for mitigating local and global warming',
Proceedings fifth urban research symposium, cities and climate change,
Marseilles, June.
- Schmidt, M. (2010): A new paradigm in sustainable land use', in *Topos*, Vol 70
"Sustainability", pp 99-103. www.topos.de
- Schmidt, M. (2010): Ecological design for water and climate mitigation in contemporary
urban living. *Int. Journal of Water*, Vol 5, No 4, pp 337-352.
- SenStadt (2010): Rainwater management concepts: Greening buildings, cooling
buildings', *Planning, Construction, Operation and maintenance guidelines*.
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin, Germany.
www.gebaeudekuehlung.de

Marco Schmidt

Technische Universität Berlin, A 59

Healing Architecture and Building Technology Research Group

Strasse des 17 Juni 152, Berlin, Germany

E-mail: <marco.schmidt@tu-berlin.de>

www.phasenwechsel.com

www.gebaeudekuehlung.de