

ADAPTACE MĚST NA PROJEVY KLIMATICKÉ ZMĚNY – MOŽNOSTI VYUŽITÍ GIS

CITIES' ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE – ALTERNATIVES OF GIS UTILIZATION

Ing. Martin Maštálka, Ph.D.¹

¹Civitas per Populi, o.p.s.
Střelecká 574/13
500 02 Hradec Králové, Česká republika
martin.mastalka@seznam.cz

¹Vysoká škola regionálního rozvoje
Katedra regionálního rozvoje
Žalanského 68/54
163 00 Praha 17, Česká republika
martin.mastalka@vsrr.cz

Ing. Pavel Struha²

²Statutární město Hradec Králové
Československé armády 408
502 00 Hradec Králové, Česká republika
gis@mmhk.cz

²Vysoká škola regionálního rozvoje
Katedra regionálního rozvoje
Žalanského 68/54
163 00 Praha 17, Česká republika
pavel.struha@vsrr.cz

Klíčová slova:

GIS, geografický informační systém, termovizní snímkování, změna klimatu, město, adaptace

Keywords:

GIS, Geographic Information System, infrared monitoring, climate change, city, adaptation

Abstrakt:

Klimatická změna je změnou ve statistickém rozložení povětrnostních poměrů, které probíhají v časovém rozsahu od desetiletí po miliony let. Je způsobena mnoha faktory, jako změny deskové tektoniky, změny slunečního záření, biologické procesy a v neposlední řadě i některé typy lidských činností. Projekt „Adaptace sídel na změnu klimatu“ má pomoci českým obcím realizovat praktické kroky v oblasti adaptace na klimatickou změnu. Příspěvek se bude věnovat dosavadním praktickým zkušenostem v jednotlivých oblastech krizového řízení, využití geografických informačních systémů při tvorbě krizových map, k analýzám a eliminaci možných rizik při plánování městských investic, adaptačních opatření a k vytváření webových portálů pro informovanost obyvatel.

Abstract:

Climate change is a change of statistic distribution of meteorological condition that are underway in the time scales of decades to millions of years. It is caused by lot of factors such as tectonic plates changes, solar radiation changes, biologic processes and several kinds of human activities. The project „Settlements' Adaptation to Climate Change“ would help to Czech villages and towns to implement practical tool for their better adaptation to climate change. The paper is focused to practical experiences in different kinds of crisis management, utilization of geographic information systems in the crisis maps creation, in analytic work, elimination of possible risks in city investment planning, in adaptation actions and data usage for designing web-portals for the general public knowledge.

Úvod

Změny klimatu jsou v posledních více než 100 letech neoddiskutovatelné. Z dat, která jsou dostupná od druhé poloviny 19. století vyplývá, že průměrná teplota na zemi se v letech 1880-2012 zvýšila v rozpětí od 0,65°C do 1,06°C. Zároveň se v posledním století na drtivé většině míst zvýšila teplota zemského povrchu [1]. Země sice procházela podobnými změnami po celou dobu své existence, v současné době se však jedná o změny poměrně rychlé. Přestože se objevuje celá řada vědců a politiků, kteří nesouhlasí konceptem globálního oteplování a s všeobecně přijímanými názory na jeho příčiny [2], zůstává faktem, že tento proces je dokladovaný, měřený (např. [3], [4]) a že již v současnosti nutí mezinárodní organizace [5], [6] a vlády jednotlivých zemí [7] k vytváření strategií boje s důsledky klimatických změn.

Přestože dopady klimatických změn především v podobě záplav řešila v minulých dekádách celá řada měst, komplexního přístupu na státní úrovni, ale ani na regionální či městské se této problematice nedostávalo [11]. Výjimkou bylo pouze několik pilotních studií mapujících hrozby ve městech, která projevila dostatek prozíravosti a alespoň začala uvažovat o jevech, které se dosud probíhaly především na globální úrovni. Jako takový příklad může být uveden Hradec Králové [8], [9].

Cíle a kroky vedoucí k naplnění strategií na vyšších úrovních byly již vytyčeny v národních dokumentech. Teď však i samosprávy na úrovni měst a regionů čeká dlouhá cesta naplňování jednotlivých cílů a opatření. V tomto procesu budou používat nejrůznější nástroje. Jedním z nich budou i Geografické informační systémy (GIS). Popis možností jejich využití je cílem tohoto příspěvku. Za tímto účelem byly využity deskriptivní empirické kvalitativní metody doplněné v úvodní části o rešerši odborné literatury.

Je-li v příspěvku zmiňována adaptace na změnu klimatu, je využívána definice Mezinárodního panelu pro změnu klimatu (IPCC), který pod pojmem adaptace rozumí *přizpůsobení se přírodních a lidských systému v reakci na aktuální nebo očekávané klimatické změny nebo jejich důsledky, čímž dojde ke zmírnění škod nebo k využití pozitivních příležitostí* [10]. Lze rozlišit několik typů adaptace:

Anticipatorní/předběžná adaptace – uplatňuje se před vlastním projevem dopadů klimatických změn. Může být také nazývána adaptací **proaktivní**.

Autonomní/samostatná adaptace – znamená nevědomou reakci na klimatické změny, která je však způsobena ekologickými změnami v přírodních systémech nebo změnami tržními či, změnami v kvalitě života v sociálních systémech lidí. Může být také nazývána adaptací **spontánní**.

Plánovaná/aktivní adaptace – úmyslná adaptace představující výsledek vědomých politických rozhodnutí založených na obavě z probíhajících či hrozících změn, které vyžadují reakci v podobě monitoringu, péče o prostředí či tvorbě obranných prostředků. [10]

1. Národní Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Vzhledem k situaci popsané v úvodní části příspěvku, kdy na místní a regionální úrovni v podstatě neexistují strategie specializované na adaptace sídel na změnu klimatu, bude výchozím dokumentem, jehož naplnění mohou představené nástroje GIS sloužit, národní Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (dále jen Strategie). Strategie byla v říjnu 2015 schválena vládou ČR, a představuje národní adaptační strategii ČR, která kromě zhodnocení pravděpodobných dopadů změny klimatu obsahuje návrhy konkrétních adaptačních opatření, legislativní a částečnou ekonomickou analýzu, atd. Vliv změny klimatu na vybrané oblasti hospodářství Strategie dělí do deseti základních kategorií:

1. Lesní hospodářství.
2. Zemědělství.
3. Vodní režim v krajině a vodní hospodářství.
4. Urbanizovaná krajina.
5. Biodiverzita a ekosystémové služby.
6. Zdraví a hygiena.
7. Cestovní ruch.
8. Doprava.
9. Průmysl a energetika.
10. Mimořádné události a ochrana obyvatelstva a životního prostředí.

Příklady uváděné v bodech 3 a 4 tohoto článku demonstrují možnosti GIS uplatnit analýzy z tohoto prostředí téměř v jakémkoliv z výše uvedených oblastí.

2. Modelování událostí v 3D prostoru

2.1. Mapy povodňových rizik

Jak vyplývá z názvu, jedná se o podkladové materiály vyjadřující riziko povodní vyjádřené dle Směrnice 2007/60/ES [12]. Ta dělí lokality na tři základní stupně podle pravděpodobnosti výskytu povodní:

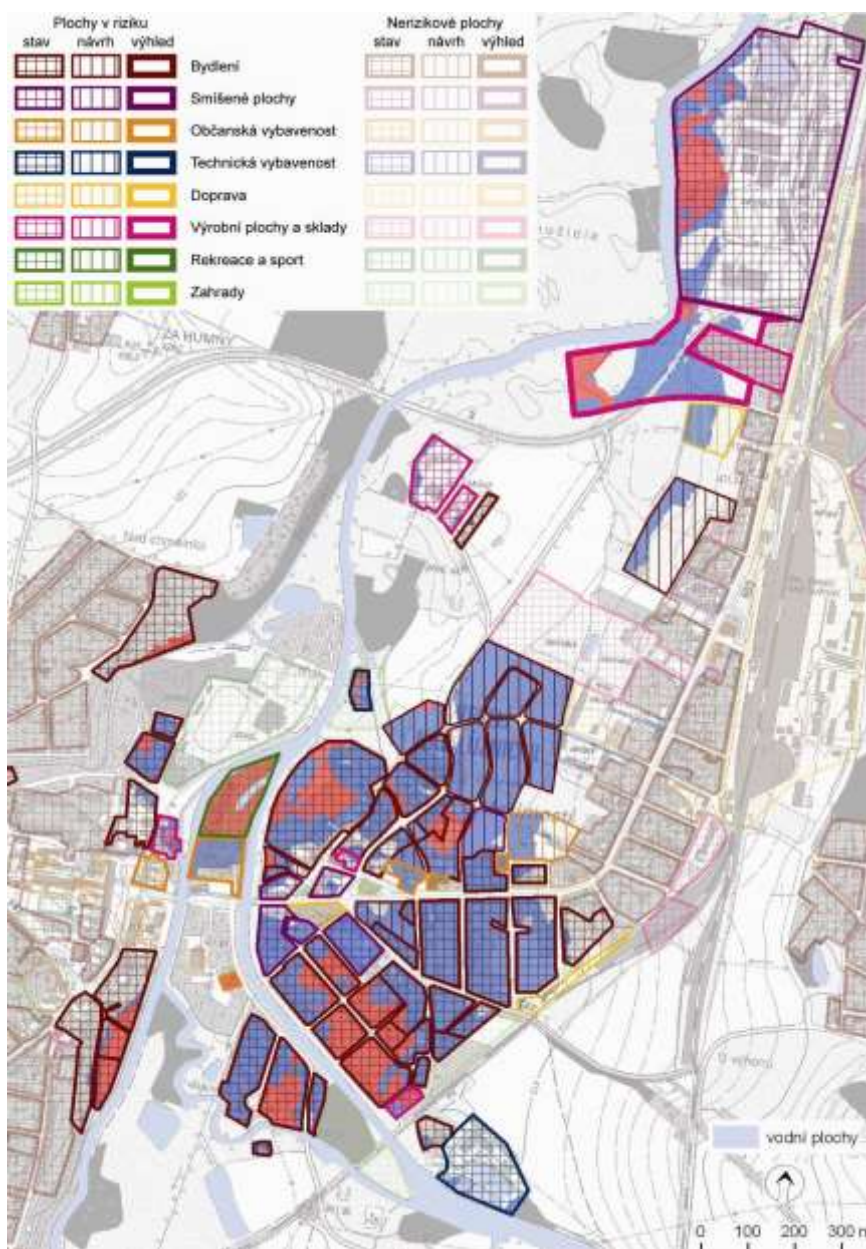
- povodně s **nízkou pravděpodobností výskytu** nebo extrémní povodňové scénáře;
- povodně se **středně vysokou pravděpodobností výskytu** (pravděpodobná doba opakování ≥ 100 let);
- povodně s **vysokou pravděpodobností výskytu**.

Na základě tohoto rozdělení jsou dále zpracovávány povodňové scénáře pro průtoky pětisetleté vody (Q500), stoleté vody (Q100), dvacetileté vody (Q20) a průtoky pětileté (Q5). V rámci modelace je vyjadřován rozsah povodně, hloubka vody nebo výška vodní hladiny a případně rychlost proudu nebo odpovídající průtok vody. Následně jsou v mapách vyznačeny potenciální nepříznivé následky podle orientačního počtu potenciálně zasažených obyvatel, druhu hospodářské činnosti potenciálně postižené oblasti, zařízení, která mohou v případě zaplavení způsobit havarijní znečištění, a potenciálně zasažených chráněných oblastí a dalších informací, které členský stát považuje za užitečné.

V tomto případě umožňuje využití GIS nejen plánování následných opatření proti povodním, tzn. návrh únikových tras, tras zásobování, modelování dopadů výstavby protipovodňových hrází, ale především může sloužit jako podklad pro územní plány, které by měly zabránit povolování staveb v potenciálně ohrožených lokalitách. Přestože se jedná o aplikaci využívanou již relativně dlouho, postupující precizace metody a využití detailnějších modelů

terénu umožňuje získat stále přesnější informace o jednotlivých lokalitách ohrožených záplavou.

Obrázek 1: Mapa povodňového rizika v kombinaci s funkčními plochami dle územního plánu – klasifikace na rizikové a nerizikové plochy



Zdroj: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

2.2. Informační systém ve vodním hospodářství (IS VODA)

IS VODA je souborem vhodně uspořádaných prostorově a časově orientovaných informací o chování povrchové a podpovrchové vody na sledovaném území. Velice důležitá je časová (dynamická) složka informace, jejíž prostřednictvím je informační potenciál systému neustále aktuální.

Účelové informační vrstvy a databáze, které jsou tvořeny v rámci zpracování projektu, slouží jako jeden z hlavních vstupních podkladů do tzv. účelových modelových výstupů. Tyto vrstvy reprezentují především informace o geologicko-hydrogeologických poměrech, kvalitě

vzorkovaných vod, fotodokumentace, informace z archivu magistrátu města, informace ze systému VITA, modelové výstupy proudění vod apod.

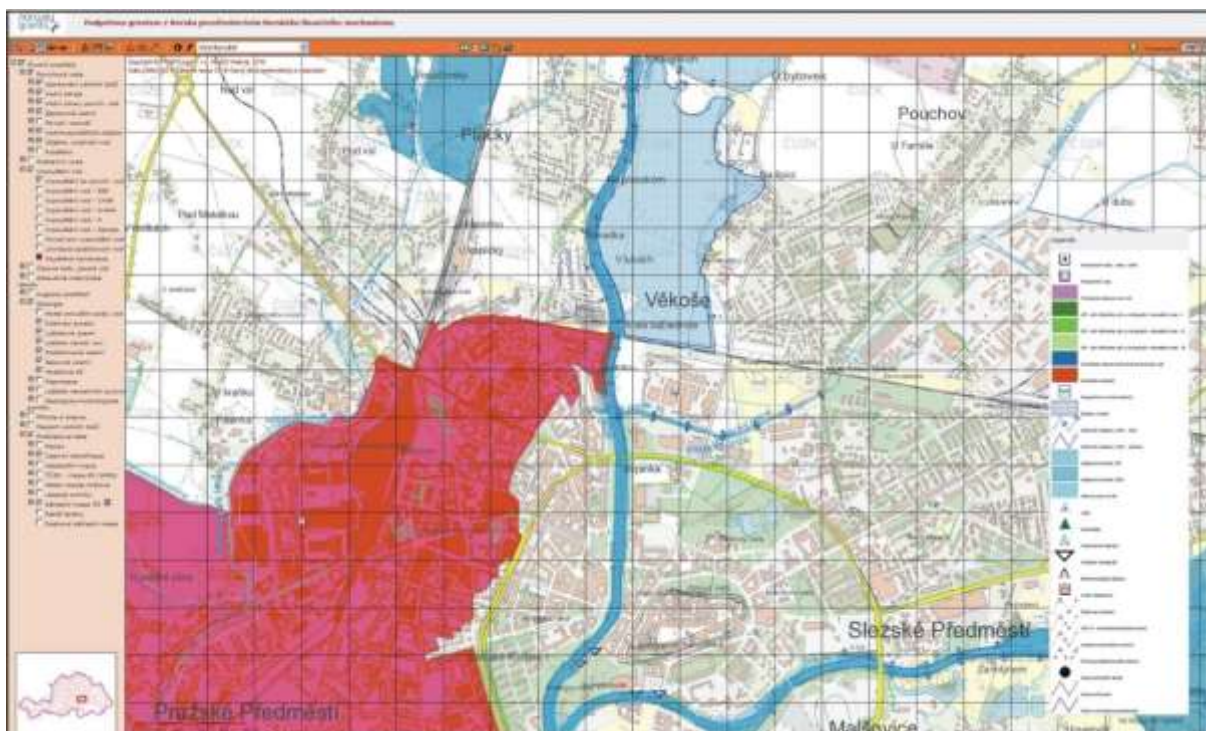
Účelové modelové výstupy reprezentují analyticko-syntetické vyhodnocení účelových informačních vrstev a databází dle aktuálních potřeb pracovníků odborů životního prostředí. Účelové výstupy jsou následně tvořeny příslušnými funkcemi (viz tabulka 1). Tento modulární systém, který je zároveň volně dostupný veřejnosti (viz. např. [13]), ve svých jednotlivých částech umožňuje následující funkcionality:

Tabulka 1: *Modulární schopnosti IS VODA*

Modul	Funkce a využití
Monitoring povrchových vod – vzorkování	Charakterizuje, analyzuje a prezentuje výsledky monitorování povrchových vod.
Kvalita a kvantita povrchových vod	Vyhodnocuje kvalitu a množství povrchových vod ze všech relevantních podkladů, vyhodnocuje množství povolených vypouštění odpadních vod s vazbou na dílčí povodí a umožňuje modelovat další vypouštění odpadních vod do vodotečí, což slouží jako podklad pro povolování nových vypouštění odpadních vod.
Geologicko-hydrogeolog. poměry	Umožňuje orientaci v geologicko-hydrogeologických poměrech včetně jejich základní charakterizace.
Model proudění podzemních vod	Prezentuje výsledky modelování proudění podzemních vod v prostoru a čase. Jsou účelově modelovány a následně prezentovány různé scénáře (zasakování srážkových vod do vod podzemních, odběry podzemních vod, vliv těžby štěrkopísků apod.), jenž slouží jako jeden z podkladů pro následný rozhodovací proces.
Odběry podzemních a povrchových vod	Eviduje využitelné zdroje podzemních vod a povolené odběry podzemních vod a následně slouží jako podklad pro povolování dalších odběrů podzemních vod.

Zdroj: [14].

Obrázek 2: Mapa povodňových rizik v kombinaci s vodohospodářskými objekty a útvary povrchových vod



Zdroj: Statutární město Hradec Králové.

3. Termovizní snímkování

Pomocí infračervené termografie (termovize – termín vznikl z názvu prvního výrobce speciálních infračervených kamer – firmy Thermovision, v současnosti FLIR) je možno zkoumat rozložení teplotního pole na povrchu sledovaného objektu. Metoda je plně bezkontaktní. Principem je analýza infračervené energie, vyzařované tělesem. Termogram, který je výsledkem snímání termovizní kamerou převádí infračervené spektrum, neviditelné lidským okem na viditelný výsledek.

Termovizní záznamy jsou publikovány ve formě videozáznamů a statických „snímků“, které mohou být pomocí nástrojů GIS georeferencovány, což je jedna z nezbytných podmínek pro jejich pozdější analýzy. Správná interpretace termovizních záznamů v součinnosti s jejich přesnou lokalizací a superimpozicí s podkladovými kartografickými mapami umožní přesně a efektivně zkoumat sledované jevy.

3.1. Pasport zeleně

Tvorba specializovaných pasportů je jednou z nejstarších aplikací GIS (nejen) ve veřejné správě. V případě péče o městskou zeleň může doplnění o termovizní snímkování vyhodnotit reálné důsledky existence zeleně v místě. Lze tak předcházet jednomu z nejpatrnějších jevů souvisejících s globálním oteplováním, kterým je vznik tepelných ostrovů [14]. Pokračující osvěta mezi urbanisty a architekty by tak v budoucnu mohla podstatně snížit tepelné šoky, kterým musí obyvatelé měst čelit při pohybu veřejnými prostory a, především ve velkých městech klimatizovanými, vnitřními prostory budov.

Obrázek 3: Porovnání uličního profilu bez zeleně (nahore - Gočárova třída) a osazeného zelení (dole – třída Karla IV.) v Hradci Králové

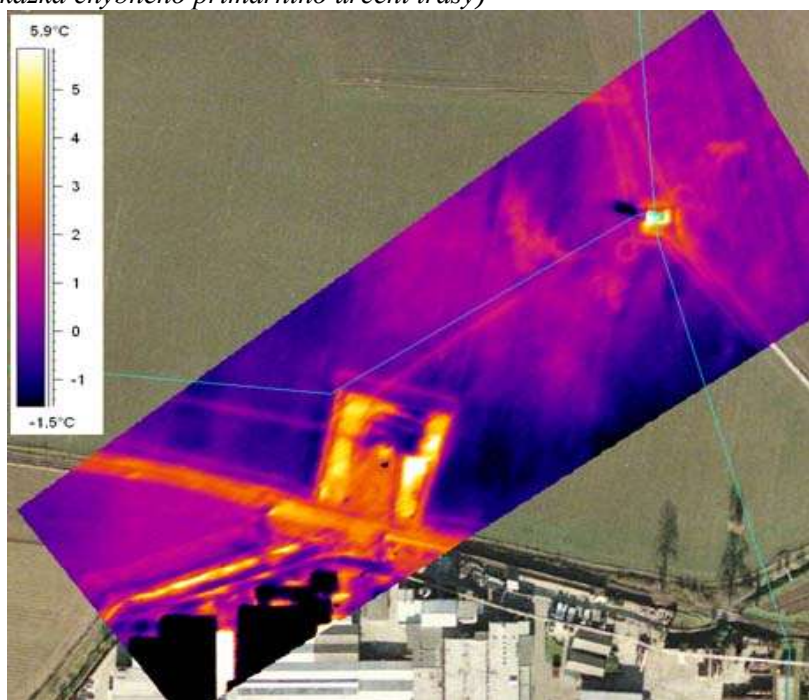


Zdroj: tisková zpráva Statutárního města Hradec Králové

3.2. Technická infrastruktura

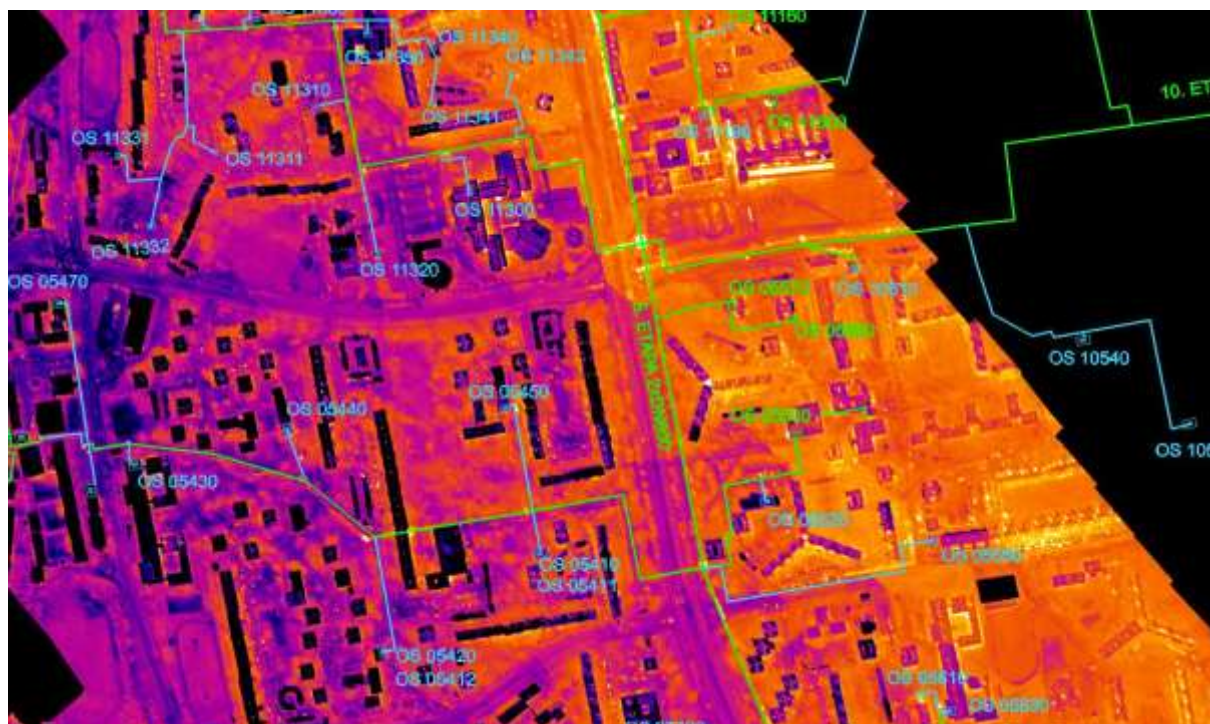
S výhodou lze termovizního snímkování využít k mapování průběhu technické infrastruktury. Vzhledem k tomu, že zaměření především déle sloužících sítí není vždy na úrovni odpovídající současným potřebám, jedná se o velice praktickou funkci. Termovizním snímkováním lze identifikovat například průběh vodovodního potrubí průřezu 40-80cm v hloubce 1,5 – 2 metry pod zemí a následné identifikace rozdílů skutečného průběhu řadu oproti dokumentaci.

Obrázek 4: Rozdíl trasy vodovodu dle dokumentace a skutečný průběh zjištěný termovizním snímkováním (Ukázka chybného primárního určení trasy)



Zdroj: *Argus Geo Systém, s.r.o. Hradec Králové*

Obrázek 5: *Tepelné úniky z parovodů, Košice*



Zdroj: Termovizní ortofotomapa sekundárních parovodů – Košice. Argus Geo systém, s.r.o. Hradec Králové)

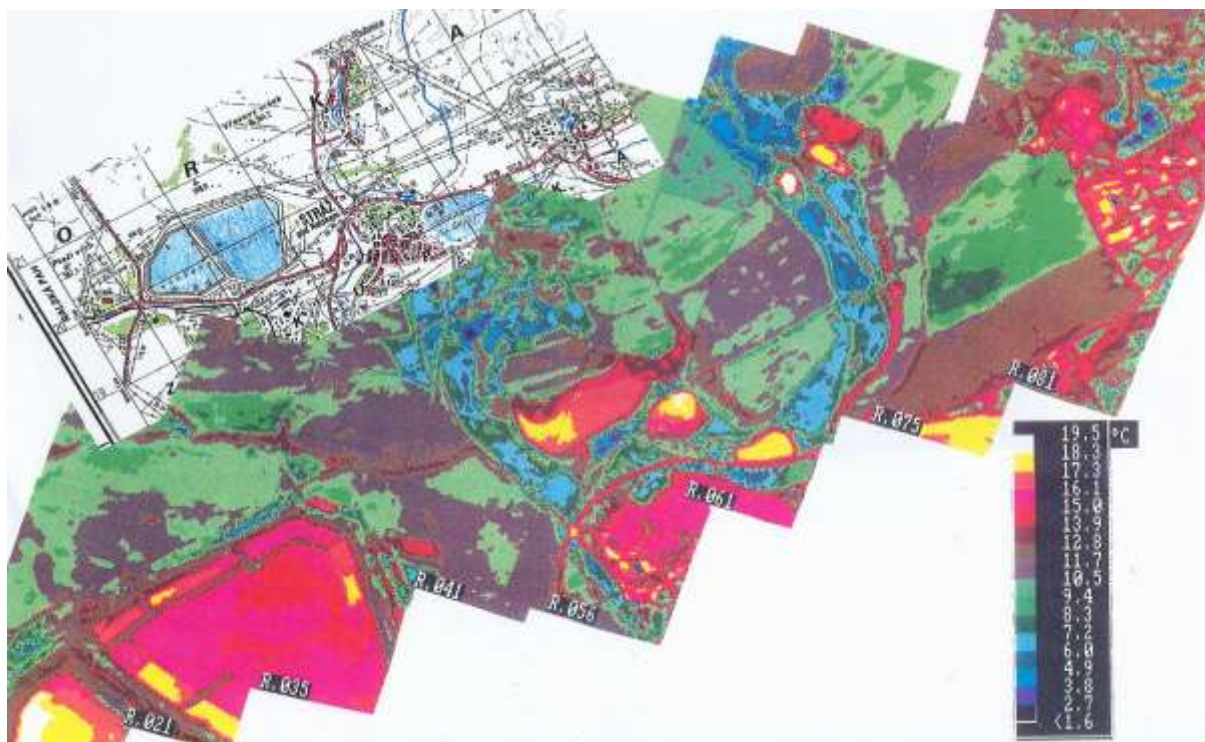
Další běžnou aplikací v oblasti technické infrastruktury je dohledání úniků ať už z teplovodního či z parovodního potrubí. Minimalizace těchto úniků přispívá k výraznému omezení ztrát v systému a tím jeho větší efektivitě.

Jednou z výhod je prodloužení intervalů komplexních revizních prohlídek teplovodní infrastruktury, operativní cílené opravy poškozených parovodů a s tím spojené nemalé finanční úspory.

3.3. Půdní zlomy

Termovizní snímkování lze využít rovněž k nalezení poklesových zlomů terénu, kde dochází k vzestupu kontaminovaných vod.

Obrázek 6: Půdní zlom - termovizní průzkum pro sanaci ekologických zátěží ve Stráži pod Ralskem



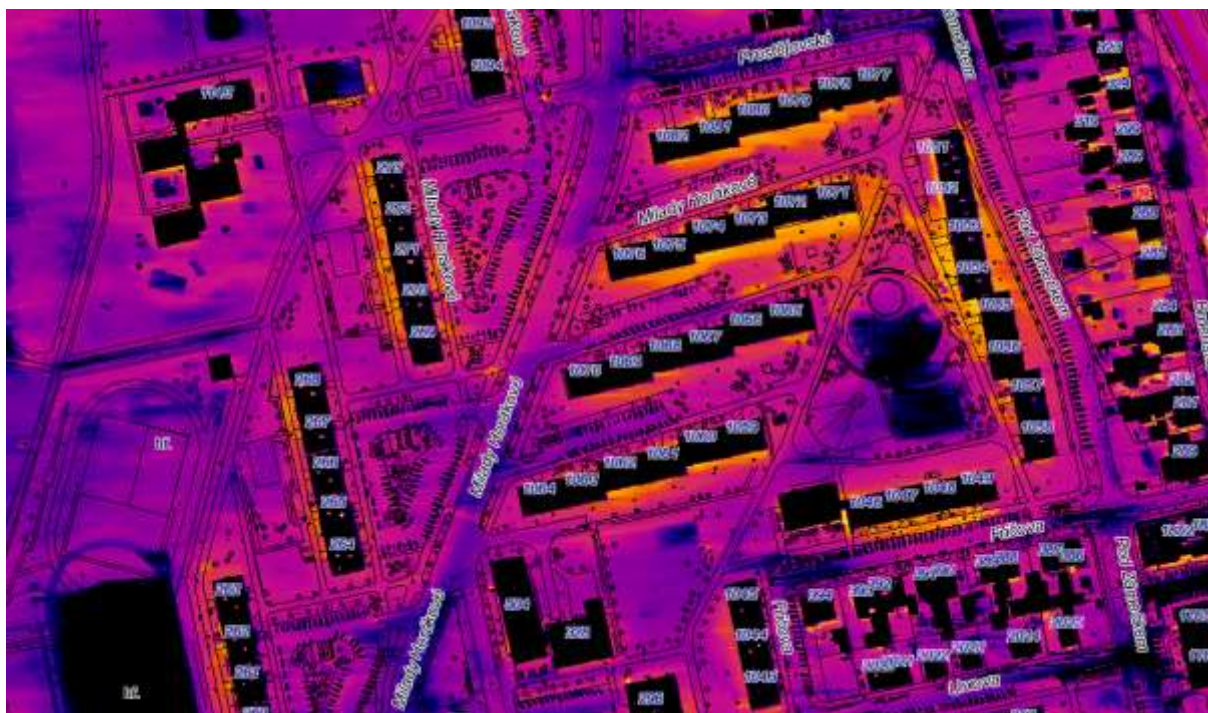
Zdroj: Argus Geo Systém, s.r.o., Hradec Králové

Výsledkem průzkumů je určení vhodných sanačních metod nebo nalezení stabilních lokalit pro investiční záměry.

3.4. Energetická účinnost budov

V případě zjišťování energetických budov lze využít nejen snímkování jednotlivých budov, kde se zjišťují konkrétní místa úniku tepla, ale lze pozorovat tepelné ztráty v celých lokalitách nebo městech. Příkladem takového použití může být Hradec Králové, kde bylo snímkování města termovizní kamerou primárně zaměřeno na zjištění úniků tepla v systému dálkového vytápění. Data byla posléze poskytnuta v podobě mapového projektu široké veřejnosti, která (stejně jako místní samospráva či jakýkoliv jiný subjekt) tak může porovnat tepelné úniky své nemovitosti s celkovou situací ve městě.

Obrázek 7: Termovizní snímek části Moravského Předměstí v Hradci Králové



Zdroj: [15]

Z obrázku jsou patrné úniky tepla obvodovými plášti budov a okenními rámy. Metodu leteckého snímkování je v některých případech vhodné zkombinovat s lokálním monitoringem ze země pro přesné určení největších úniků (jednotlivá okna, dilatační spáry apod.).

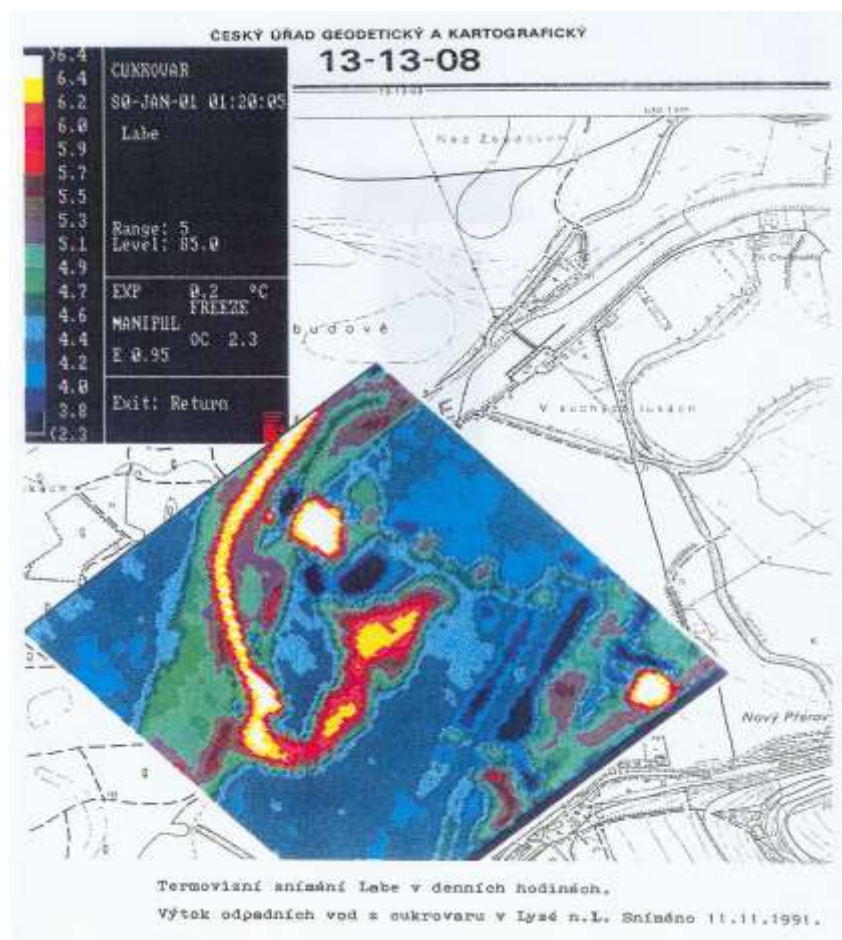
3.5. Ekologie

Jednou z možných aplikací GIS je identifikace látek znečišťujících životní prostředí. Zde je využíváno rozdílné teploty znečišťujících látek oproti okolnímu prostředí v místech ekologických zátěží.

Podobně lze například monitorovat přírůstky zvěře v průběžně sledovaných lokalitách (oborách) v případech, kdy není účelné či vhodné využít mapování pohybu pomocí GPS a kdy není vhodná nebo možná přítomnost lidí.

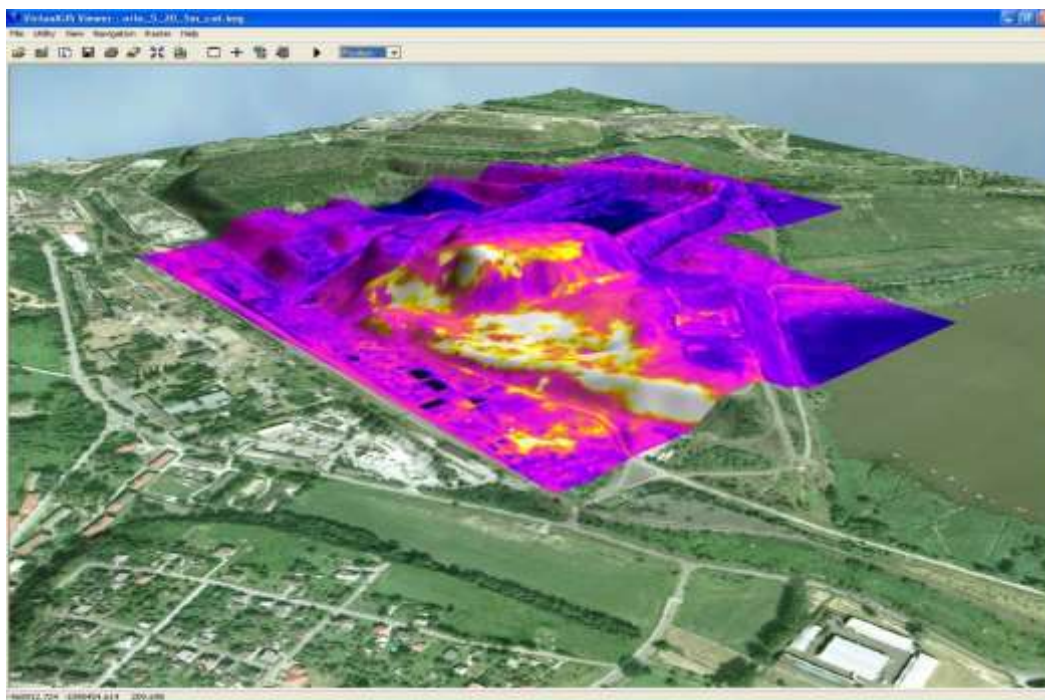
Měření rozdílů teplot lze využít i v případě monitorování stavu odvalů a skládek, kde termovizní snímkování umožňuje plošnou lokalizaci teplotních projevů, určení ohnisek hoření pod povrchem a zároveň monitoringem širšího území identifikovat problémy mimo předpokládané území. V místech, kde nejsou rozdíly teplot výrazné (u starých ekologických zátěží) lze použít v kombinaci s metodou infračerveného snímkování, kdy je možné pomocí vlnové délky cca 700 – 900 nm detekovat půdní rostlinný kryt, poškozený starými zátěžemi a současně určit směr šíření kontaminace.

Obrázek 8: Určení míst vypouštění odpadních vod – potenciálních zdrojů znečištění vodního toku, Lysá nad Labem



Zdroj: Argus Geo Systém, s.r.o. Hradec Králové – zkušební kalibrační let.

Obrázek 6: Transformace dat do 3D modelu – určení sklonitosti jako potencionálního nebezpečí šíření podpovrchového zahoření, odval Heřmanice



Zdroj: Geodis Brno, s.r.o.

4. Diskuse

Změna klimatu je jevem, který je nejen pozorován a popisován vědci na celém světě, ale především jevem, který již dnes zasahuje do běžného života obyvatel i v České republice. Ať se jedná o záplavy v letech 1997 a 2002 či vlnu sucha v roce 2015, která měla výrazný dopad i na zásoby pitné vody v některých oblastech, na zemědělskou produkci, častější vznik požárů či nálezy některých druhů živočichů typických spíše pro jižnější oblasti Evropy. Zmíněné události a mnohé další projevy změny klimatu byly patrné samozřejmě rovněž v prostředí měst a obcí. Jejich dopady tak musely, a v budoucnu budou muset řešit stále častěji, mnohé místní samosprávy. Především na úrovni měst a obcí s rozšířenou působností jim mohou být velice dobrým pomocníkem v adaptaci nástroje GIS. Ty se za posledních 15 let posunuly od prostých databázových základem s prostorovými informacemi do pozice velice účinných analytických nástrojů umožňujících zvýšení efektivity státní správy a samosprávy.

Příklady uvedené v tomto příspěvku postihují pouze část možností, které nabízí GIS (nejen) pro veřejnou správu. Pro prezentaci byly vybrány především méně známé, popřípadě inovativní způsoby využití. Ty se navíc váží k problematice adaptace sídel na změnu klimatu.

5. Závěr

Jak již bylo zmíněno v textu, v podobě GIS získává (nejen) veřejné správa velice účinný nástroj umožňující zvýšit adaptabilitu sídel, potažmo celé společnosti, na změny klimatu, kterou v současnosti lidstvo prožívá a s velkou pravděpodobností prožívat bude v ještě vyšší intenzitě. Ačkoliv je GIS nástrojem relativně nákladným, je zároveň velice efektivní. Vynaložené prostředky se tak již v dnešní době, přes počáteční nedůvěru, navracejí v podobě zvýšení efektivity správy území. Další rozvoj techniky v podobě dokonalejších čidel a optických

přístrojů, malých bezpilotních strojů apod. bude mít za následek zlevnění technologie a zároveň její širší a častější využití. Příklady použité v tomto článku, které mohou být v současné době označeny za inovativní tak v již blízké době mohou být standardem, který usnadní již zmiňovanou adaptaci nejen sídel, ale celé společnosti, na změny klimatu, které ji čekají.

Použité zdroje (abecedně):

- [1] IPCC. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ed: Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013, 39 s.
- [2] KLAUS, Václav. *Modrá, nikoli zelená planeta: co je ohroženo: klima, nebo svoboda?*. 2., rozš. vyd. Praha: Dokořán, 2009. 212 s. ISBN 978-80-7363-243-4.
- [3] IPCC. *Climate Change 2007 – The Physical Science Basis : Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007, 852 s., ISBN 978 0521 88009-1
- [4] Změna klimatu. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>
- [5] United Nations: Information Centre in Prague. *Změna klimatu: Čas nových příležitostí* [online]. Praha, 2015 [cit. 2016-02-23]. Dostupné z: <http://www.osn.cz/cas-novych-prilezitosti/>
- [6] Evropská komise. Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu : Sdělení komise evropskému parlamentu, radě, evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a výboru regionů. Brusel, 2013, 11 s.
- [7] Ministerstvo životního prostředí České republiky. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR* [online], 2015 [cit. 2016-02-23], 130s. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)
- [8] ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a Michael PONDĚLÍČEK. Hodnocení hrozeb spojených s dopady klimatické změny na města a regiony. In: *17. mezinárodní kolokvium o regionálních vědách. Sborník příspěvků. 17th International Colloquium on Regional sciences. Conference Proceedings* [online]. Brno: Masaryk University Press, 2014, s. 589-595 [cit. 2016-03-19]. DOI: 10.5817/CZ.MUNI.P210-6840-2014-76. ISBN 978-80-210-6840-7. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/econ/soubory/katedry/kres/4884317/48596005/076_2014.pdf
- [9] ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra, PONDĚLÍČEK, Michael et al. Hradec Králové ve stínu klimatické změny. Závěrečná zpráva projektu 2013/1213 „Klimatická resilience města Hradec Králové prostřednictvím aktivního ekoporadenství“ Hradec Králové 2013, 57 s.
- [10] IPCC. *Climate Change 2007 – Mitigation of Climate Change : Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007, 976 s., ISBN 978 0521 88011-4.
- [11] ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra, PONDĚLÍČEK, Michael, ČERNÁ, Eva, EMMER, Adam, HUBATOVÁ, Marie. The Perception of Risks Caused by Climate Change in the Urban Environment by the City Population and its Usefulness in Identifying Measures for Alleviating their Impacts in *WSEAS Transactions on Environment and Development*, ISSN / E-ISSN: 1790-5079 / 2224-3496, Volume 12, 2016, Art. #2, pp. 9-19.
- [12] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (Text s významem pro EHP) Štrasburk, 2007

- [13] Životní prostředí - informační systém ve vodním hospodářství. *Hradec Králové - oficiální stránky statutárního města* [online]. Hradec Králové, 2015 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://www.hradeckralove.org/hradec-kralove/informacni-system-ve-vodnim-hospodarstvi>
- [14] GARTLAND, Lisa. *Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas*. Sterling, VA: Earthscan, 2008. ISBN 1844072509
- [15] Termovizní snímkování. *Hradec Králové - oficiální stránky statutárního města* [online]. Hradec Králové, 2012 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.hradeckralove.org/hradec-kralove/termovizni-snimkovani>

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci EEA projektu č. EHP-CZ02-OV-1-033-2015 podpořeného z fondů z Islandu, Lichtenštejnska a Norska s názvem „Adaptace sídel na změnu klimatu - praktická řešení a sdílení zkušeností“.