



Ekologická stopa, klimatické zmeny a mestá

Návrh inovácie výpočtu
ekologickej stopy a predstavenie
možností zmiernenia negatívnych
prejavov klimatických zmien
v meste

Ekologická stopa, klimatické zmeny a mestá

**Návrh inovácie výpočtu
ekologickej stopy a predstavenie
možností zmiernenia negatívnych
prejavov klimatických zmien
v meste**

Bratislava

Autori:

Ing. Zuzana Hudeková
Ing. Arch. Lorant Krajcsovics
Ing. Arch. Patrik Martin
RNDr. Eva Pauditšová, PhD.
Ing. Tamara Reháčková, PhD.

Zodpovedný riešiteľ /editor:

Ing. Vladimír Hudek, CSc.

Za cenné rady a pripomienky REC Slovensko ďakuje

RNDr. Petrovi Mederlymu

Grafické spracovanie a tlač:

Areco, s.r.o., Bratislava

ISBN 978-80-969436-6-1 a



Publikácia bola zostavená v rámci projektu LIFE III "URBECO – Udržateľný rozvoj miest a zmierenie negatívnych vplyvov klimatických zmien na kvalitu života a stav životného prostredia v mestách", ktorý v rokoch 2005-2007 realizovalo Regionálne environmentálne centrum pre krajiny strednej a východnej Európy – REC Slovensko s finančnou podporou Programu LIFE Európskej komisie a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky.



REGIONÁLNE ENVIRONMENTÁLNE CENTRUM
pre krajiny strednej a východnej Európy
REC Slovensko



MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Obsah:

Úvod	5
1. Klimatické zmeny	7
1.1 Základné príčiny a súvislosti.	7
1.2 Možné dôsledky skleníkového efektu - zmeny klímy	8
2. Klimatické zmeny a mestá	10
2.1 Problémy súčasných miest – úvod do problematiky	10
2.2 Vzťah mesta a okolitej krajiny v koncepciách priestorového plánovania ..	11
2.3 Udržateľný rozvoj miest, politika EÚ a kvalita života v meste	12
2.4 Charakteristika zmeneného životného prostredia v mestách oproti okolitej krajine	13
2.5 Dôsledky klimatických zmien v mestách	16
3. Možnosti zmiernenia vplyvu - príprava na zmenu klímy v mestách	17
3.1 Architektúra	18
3.2 Stavebné materiály	21
3.2 Vegetácia	25
3.4 Závety	29
4. Ekologická stopa a biokapacita	31
4.1 Základné pojmy – úvod do problematiky.	31
4.2 Využívanie biokapacity.	33
5. Výpočet ekologickej stopy mesta.	34
5.1 Súčasne známe postupy výpočtu ESt miest	34
5.2 Výpočet ekologickej stopy na sub-národnej úrovni (SGA ESt)	36
5.3 Štandardy pre výpočet ekologickej stopy na sub-národnej úrovni (SGA ESt) ...	37
5.4 Metodika dotazníkového prieskumu	37
6. Inovácia výpočtu ekologickej stopy mesta so zahrnutím nového čiasťkového indikátora-ekologickej stability.	39
6.1 Zhodnotenie súčasných postupov výpočtu	39
6.2 Návrh inovácie výpočtu ekologickej stopy pre mesto	40
6.3 Postup výpočtu	43
7. Návrhy na zníženie ekologickej stopy v súvislosti so znížením negatívnych vplyvov klimatických zmien v mestách.	45
Zoznam použitej literatúry	48
Použité skratky	49
Mapová príloha Karlova Ves	50

Úvod

Podľa posledného odhadu vedcov otepľovanie a s tým súvisiace klimatické zmeny postupujú rýchlejšie, ako sa vo všeobecnosti očakávalo. Extrémy počasia môžu, okrem nedostatku vody, rizika prenosu nových chorôb a pod., priniesť v mestách aj neznesiteľné letné horúčavy. V tejto oblasti má nenahraditeľnú funkciu vegetácia, ochrana a tvorba ktorej sa paradoxne, ako sme bohužiaľ v poslednom období často svedkami, dostáva na okraj záujmu pri plánovaní územia. Svoje opodstatnenie má aj využívanie vhodných stavebných materiálov.

V našej publikácii sme sa snažili naznačiť teoretické východiská dôsledkov zmeny klímy v mestách, priblížiť možnosť zmiernenia negatívnych dôsledkov zmien a oboznámiť odbornú aj širokú verejnosť s teoretickými východiskami pri výpočte ekologickej stopy. Naším zámerom bolo aj predstaviť inovovaný výpočet ekologickej stopy so zohľadnením ekologickej stability mesta (s osobitným zameraním na mikroklimatickú funkciu zelene) pri výpočte. Na záver sme predstavili možnosti ako znížiť nielen ekologickú stopu, ale aj prispieť svojim podielom k zmierneniu hrozby klimatických zmien.



1. Klimatické zmeny

1.1 Základné príčiny a súvislosti

O klimatických zmenách sa v súčasnosti pomerne veľa diskutuje. Aj keď verejnosc dostáva prostredníctvom médií niekedy rozporuplné informácie, štvrtá Sumárna správa o klimatických zmenách, ktorú pripravila skupina viac ako 600 vedcov z celého sveta (1), je vo svojich záveroch jednoznačná. Väčšina pozorovaného zvýšenia celosvetových priemerných teplôt od polovice 20. storočia je veľmi pravdepodobne(2) vyvolaná pozorovaným nárastom antropogénnych koncentrácií skleníkových plynov.

Nasledujúce fakty len potvrdzujú alarmujúci trend:

- *V 20. storočí teploty vzrástli o približne 0,7 stupňa Celzia, pričom záznamy, ktoré sa vedú od roku 1850, ukazujú desať najteplejších rokov od roku 1994*
- *Celosvetové zrážky nad pevninou sa zvýšili zhruba o jedno percento. Rok 2002 vstúpi do histórie ako rok bezprecedentných záplav v strednej Európe*
- *Ľadová pokrývka Grónska sa topí stále rýchlejšie. Za posledné storočie došlo k zvýšeniu hladiny mora o 15 až 20 centimetrov. Zvýšenie o dva až päť centimetrov je výsledkom topenia ľadovcov a ďalších dva až sedem centimetrov je výsledkom rozpinania vody v oceánoch v dôsledku zvýšenia teploty vody*

Rámček 1: Skleníkový efekt

Je všeobecne známe, že bez slnečnej energie by na našej planéte nebol život. Slnečné energia dopadne na zem a tým ju zohrieva. Zem nielenže odráža túto energiu, ale zároveň ju mení na infračervené žiarenie (teplo). V dôsledku prítomnosti skleníkových plynov v atmosfére, ktoré obalujú Zem ako prikrývka, časť odrazenej energie je zachytená a nikdy neopustí Zem. Takže na rozdiel od ostatných planét bez atmosféry, Zem je stále teplá.

Po priemyselnej revolúcii sprevádzanej expanziou ľudských činností sa každodenne začali do atmosféry uvoľňovať obrovské množstvá plynov, ako oxidy dusíka a síry, freón, metán a iné plyny, ako aj vodné pary. Zvýšená koncentrácia skleníkových plynov vedie k zvýšeniu množstva zachytenej slnečnej energie a tým aj k zvýšeniu teploty atmosféry Zeme. Tento jav sa nazýva skleníkový efekt.

¹ Správa IPPC, február 2006 (IPCC - združuje 2500 vedcov z viac ako 130 krajín a pôsobí pri OSN od roku 1988)

² Výraz "veľmi pravdepodobne" znamená viac ako 90-percentnú pravdepodobnosť

Rámček 2: Skleníkové plyny

K základným skleníkovým plynom radíme oxid uhličitý a metán (oba sa vyskytujú v atmosfére prirodzene, bez nich (pozri časť skleníkový efekt) by bolo podnebie na Zemi o 30 až 40 °C chladnejšie, ako je dnes. Ďalšími skleníkovými plynmi sú freón 11 a freón 12 (CFC-12), ako aj ďalšie freóny.

Oxid uhličitý je významným skleníkovým plynom. Počas miliónov rokov rastliny odčerpali z atmosféry milióny ton uhlíka a zakonzervovali ho v sedimentoch, ktoré sa v konečnom dôsledku stali ložiskami uhlia, ropy a zemného plynu. Za posledné dve storočia ľudia tieto zdroje fosílnych palív začali ťažiť a spaľovať zrýchleným tempom. Dnes spaľovaním fosílnych palív uvoľňuje človek každoročne do atmosféry okolo 5,5 miliardy ton uhlíka.

Ďalších 1,5 miliardy ton sa ročne uvoľňuje v dôsledku zmien vo využívaní krajiny, ako je napríklad odlesňovanie. Od predindustriálnych čias došlo k zvýšeniu koncentrácie atmosférického uhlíka o 30 percent.

Využívanie fosílnych palív na výrobu energie a v doprave je hlavným zdrojom globálnych emisií.

Oblasti na Zemi, ako sú lesy (vegetácia) a oceány, fungujú ako pohlcovače uhlíka tak, že ho absorbujú a zadržiavajú, a tým vlastne vytvárajú určitú protiváhu emisiám skleníkových plynov³.

1.2 Možné dôsledky skleníkového efektu - zmeny klímy

Zvýšenie množstva skleníkových plynov pravdepodobne urýchli tempo klimatických zmien. Vedci predpokladajú, že priemerná globálna teplota povrchu Zeme by sa mohla do roku 2100 zvýšiť o 1,8 až 4,5 °C (avšak s výraznými regionálnymi rozdielmi v náraste teploty), čo je v predpokladanom rozpätí 1,1 až 6,4 stupňa Celzia, ktoré je uvedené v správe z roku 2001⁴.

Oteplenie klímy povedie k zvýšeniu vyparovania a následne k zvýšeniu priemerných globálnych zrážok. Štvrtá správa IPPC tiež predpovedá nárast hladín svetových morí o 18-59 centimetrov do roku 2100. Nemožno vylúčiť ani zvýšenie o dodatočných 10-20 centimetrov v prípade, ak bude pokračovať prekvapujúco rýchle topenie polárnych ľadovcov, zaznamenané v poslednom čase, čo by malo katastrofálne dôsledky na pobrežné zóny (správa z roku 2001 predpovedala nárast hladín do 89 centimetrov). Vedci, okrem roztápania ľadovcov, dlhých období sucha,

³ Zelený balíček, REC 2004

⁴ 4. správa IPPC (február 2006)

⁵ Stern Review (Sternova správa): The Economics of Climate Change, 2006

častých záplav a nedostatku pitnej vody, upozorňujú aj na ďalšie negatívne efekty, ktorými budú milióny klimatických utečencov (do polovice tohto storočia sa bude musieť presídlit 200 miliónov ľudí)⁵, veterné smršte, tajfúny a hurikány.

Zvýšenie globálnych teplôt môže mať aj ďalšie negatívne vplyvy na ľudské zdravie a životy (znížené výnosy úrody najmä v Afrike povedú k rozsiahlym hladomoram, rozľahlé oblasti na Zemi môžu čeliť miernym až silným suchám). Vyššie teploty môžu viesť k rozmnoženiu komárov prenášajúcich ochorenia v nových oblastiach a tým k rozšíreniu infekčných chorôb, ako sú encefalitída, malária a horúčka dengue. Okrem toho, vyššie teploty v letných mesiacoch pravdepodobne spôsobia početnejší výskyt úmrtí z tepla, osobitne v mestských aglomeráciách, kde sa rozdiel v teplote už dnes udáva o 3 stupne Celzia viac ako v okolitej krajine.

Zmena teploty a zrážok pravdepodobne povedie k zmene ekosystémov a zloženia lesov. Niektoré lesné ekosystémy možno zmiznú, čo povedie k vymretiu niektorých druhov. Mnoho rastlinných a živočíšnych druhov, ktoré sa nebudú môcť rýchlo prispôsobiť zmeneným podmienkam, sa dostane do ohrozenia alebo vyhynie.

Rámček 3: Zmeny klímy a Slovensko

Klimatické zmeny na Slovensku za posledných 100 rokov sa prejavili nárastom priemernej ročnej teploty vzduchu o 1,1 °C. Zároveň došlo k poklesu ročných úhrnov atmosférických zrážok v priemere o 5,6 %. Regionálne rozdiely boli zaznamenané medzi južnou a severnou časťou územia. Na juhu Slovenska bol tento pokles na úrovni 10 % a viac, zatiaľ čo v severnej a severovýchodnej časti Slovenska dosahoval ojedinele aj rast do 3 % za celé storočie. Ďalším prejavom klimatických zmien bol výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu (do 5 %). Podobne poklesli aj charakteristiky snehovej pokrývky prakticky na celom území Slovenska. Prejavuje sa však postupné vysušenie, predovšetkým z dôvodu rastúcej potenciálnej evapotranspirácie a klesajúcej vlhkosti pôdy.

Roky 1996 až 2000 patrili k obdobiu s najrozsiahlejšími povodňami. Tieto zasahovali prevažne malé územia. Toto zvýšenie vodnatosti bolo sprevádzané malou vodnatosťou v oblastiach, ktoré neboli postihnuté extrémnymi úhrnmi denných zrážok. Dlhodobé prietoky slovenských riek majú klesajúcu tendenciu už od roku 1980, s výnimkou rieky Dunaj.

Bioklimatické podmienky zmenené v dôsledku klimatických zmien negatívne ovplyvňujú lesné ekosystémy. Prejavuje sa to predovšetkým možnosťou vzniku bioklimaticky vhodných podmienok v prospech listnatých drevín (buk, javor, jaseň) na úkor výskytu smreka. V poľnohospodárstve sa vplyvom klimatických zmien očakávajú zmeny časového priebehu životných prejavov rastlín. Taktiež možno očakávať zmeny pomerov vegetačného obdobia, ako sú napr. sumy denných teplôt, sumy fotosynteticky aktívneho žiarenia, nárast evapotranspirácie a podobne.

2. Klimatické zmeny a mestá

2.1 Problémy súčasných miest – úvod do problematiky

V súčasnosti žije 75% Európanov v mestách⁶ (na Slovensku 56,5%, pozri rámček 4). Mestá chápeme ako motor regionálneho rozvoja, nakoľko poskytujú široké spektrum funkcií a služieb (od pracovných miest po vzdelanie a služby). Koncentrácia obyvateľstva v mestách prináša so sebou viacero problémov.⁷ Neustále a neúmerne rozširovanie miest do krajiny zmazáva predtým jasné hranice medzi mestom a jeho okolím, prírodné zázemie mesta mizne pod tlakom ekonomických aktivít. V mnohých mestách je „jadro“ mesta obkolesené síce fyzicky oddelenými novými štvrtami – novými mestami, tieto sú však funkčne prepojené na jadro mesta. S týmto priamo úmerne rastie neustále zvyšujúci sa podiel dopravy, osobitne automobilovej, ako aj strata biodiverzity a fragmentácia prírodného prostredia. Mesto na jednej strane spotrebúva množstvo zdrojov vo forme surovín, vody a potravín, avšak na strane druhej vytvára nemalý podiel odpadov, znečisteného ovzdušia a vody. Odhliadnuc od zdrojov, mesto by sa nemohlo dynamickejšie rozvíjať bez svojho zázemia, pretože by jeho rozvoj obmedzoval napríklad aj nedostatok pracovných síl. Naopak, v meste by nebolo toľko služieb, keby dopyt po nich vytváralo len samotné mestské obyvateľstvo.

Negatívne trendy, okrem neúmerneho rozširovania miest, sú badateľné v rámci samotnej štruktúry miest. Preferovaním ekonomických a iných záujmov dochádza k zmenšovaniu prírodných prvkov – zelene. Sociálna polarizácia a exklúzia vedie k zvýšenému stupňu kultúrno-politických konfliktov, násilia a kriminality.

Slovensko má v porovnaní s okolitými krajinami ojedinelú sídelnú štruktúru, s prevahou malých obcí (pozri aj rámček 4), ale napriek tomu, hore popísané negatívne javy sa rovnako prejavujú vo veľkých mestách a centrách slovenských regiónov.

Rámček 4: Vývoj sídelnej štruktúry na Slovensku za posledné obdobie

Súčasný stav sídelnej štruktúry je výrazne ovplyvnený územno-správnym usporiadaním Slovenska v roku 1996. Na Slovensku prevažuje mestské obyvateľstvo (56,5%). Osemdesiate roky boli charakteristické miernym nárastom mestského obyvateľstva. Postupne v 90-tych rokoch tento trend sa výrazne spomalil a zostáva relatívne stabilný počet mestskej populácie.

Ťažisko mestského osídlenia tvoria stredné a malé mestá. Z hľadiska počtu obyvateľov sú významnejšie väčšie stredné a veľké mestá (nad 50 tisíc obyv.), kde žije približne 25% obyvateľov SR. Veľké mestá predstavujú metropoly Bratislava (428 672) a Košice (236 093), a blíži sa Prešov (92 786 obyvateľov).

⁶ Towards Thematic Strategy on Urban Environment (COM 2004) 60 final

⁷ Spracované podľa "The city as living Environment and driving force for development – discussion Paper for conference", 10. konferencia o mestskom a regionálnom výskume, UNECE Bratislava 2006

2.2 Vzťah mesta a okolitej krajiny v koncepciách priestorového plánovania

Rozvoj miest je potrebné chápať komplexnejšie, a to nielen v súvislosti s prírodným zázemím mesta, ale aj s ohľadom na okolitú krajinu, s ktorou mesto tvorí neoddeliteľnú súčasť.

Na rozdiel od stredovekých miest, ktoré boli od okolitej krajiny oddelené hradbami, dochádza dnes k voľnému prechodu medzi mestom a okolitou krajinou (tzv. urbánno-rurálne kontinuum). Podľa viacerých autorov a prác v oblasti priestorového plánovania (napr. už O. Bounsted, 1953)⁸ je možné mesto rozdeliť na jednotlivé časti na základe modelu koncentrických kružníc s jasným gradientom od jadra mesta po jeho okrajové časti. V súlade s týmto môžeme mesto rozdeliť na:

- jadro mesta,
- urbanizované časti mesta
- a okrajové časti mesta

Uvedené rozdelenie mesta je možné sledovať na základe viacerých indikátorov ako napr. hustota populácie, počet obyvateľov dochádzajúcich do práce do centra, podiel neagrárnych ekonomických aktivít v rámci celkovej ekonomickej štruktúry obyvateľstva. Na základe vyhodnotenia týchto ukazovateľov je možné jasnejšie definovať, pokiaľ až siahla mestské, a kde začína vidiecke, prostredie.

Novými vzťahmi mesto - vidiek sa v súčasnosti zaoberajú viaceré práce a štúdie. Patria, spolu s ďalšími 2 oblasťami, k základným tézám Koncepcie priestorového plánovania v krajinách EÚ (pozri rámček 5).

Rámček 5: Základné ciele a politika v oblasti európskeho priestorového plánovania⁹

Európska koncepcia priestorového rozvoja sa zaoberá tromi hlavnými cieľmi:

- hospodárskou a sociálnou súdržnosťou,
- zachovaním prírodných zdrojov a kultúrneho dedičstva
- a vyrovnanou konkurencieschopnosťou v európskom priestore.

Tieto sa snaží dosiahnuť za pomoci 3 základných politických usmernení v oblasti priestorového plánovania:

- zabezpečením spravodlivého prístupu k infraštruktúre a k vedomostiam
- rozvojom polycentrického mestského systému a nových vzťahov mesto-vidiek
- trvalo udržateľným rozvojom, rozumným manažmentom a ochranou prírodných zdrojov a kultúrneho dedičstva.

⁸ Publikované v "Selected Method and Models for Analysing Processes in Urban Regions", Viedeň 2002

⁹ ESDP - European Spatial Development Perspective, Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union, European Communities, máj 1999, strana 10 a 11

Novým vzťahom mesto-vidiek sa venuje aj časť programu ESPON¹⁰. V rámci programu ESPON sa skúmali aj, z pohľadu nášho projektu zaujímavé, tzv. mestské funkčné celky (“functional urban areas”). Mestské funkčné celky predstavujú „nodálny“ región, kde mestá ponúkajú tovar, služby, infraštruktúru (sociálnu, vzdelávaciu a finančnú infraštruktúru), ale hlavne pracovné príležitosti pre svoje „vidiecke“ zázemie. Najčastejším kritériom pre vymedzenie „nodálneho“ regiónu je teda dochádzka za prácou, ktorá súvisí s časovou dostupnosťou a je závislá nielen na vzdialenosti, ale aj na dopravnom spojení medzi sídlami (pozri rámček 6).

Rámček 6: Hodnotenie mestských funkčných celkov na Slovensku

Pri hodnotení 119 mestských centier na Slovensku, ktoré sa mali stať mestskými centrami v tzv. mestských funkčných celkoch (Hrdina, 2006)¹¹ sa vzali do úvahy hlavne ekonomické funkcie a služby. Územie mestských funkčných celkov sa definovalo ako územie, kde 20% ekonomicky aktívnej populácie pracuje, resp. dochádza za prácou do mestského centra tohto funkčného mestského celku. V rámci Slovenska bolo takto vytvorených 92 mestských funkčných celkov, nakoľko viaceré z pôvodne hodnotených mestských centier boli zlúčené do jedného mestského funkčného celku (napr. Prievidza-Bojnice-Handlová).

2.3 Udržateľný rozvoj miest, politika EÚ a kvalita života v meste

V mestách sú environmentálne, sociálne a ekonomické aspekty silne prepojené. Životné prostredie, spolu s ekonomickou a sociálnou oblasťou, tvorí základný pilier udržateľného rozvoja.

Jedna zo základných definícií udržateľného rozvoja mesta a okolitého regiónu bola naformulovaná na konferencii “Udržateľných miest” v Riu v roku 2000 (pozri rámček 7).

Rámček 7: Hodnotenie mestských funkčných celkov na Slovensku

„Aplikácia konceptu trvalej udržateľnosti na mesto znamená schopnosť mestskej oblasti a príslušného regiónu pokračovať vo fungovaní na úrovni kvality života požadovanej miestnou komunitou, bez obmedzovania možností súčasných a budúcich generácií a bez nepriaznivých vplyvov vo vnútri mesta a ako aj z jeho hranicami“.

¹⁰ Program ESPON (Monitorovacia sieť pre európske územné plánovanie) vznikla na základe potreby členských štátov EÚ a Európskej komise rozšíriť znalosti a rozsah výskumu v oblasti územného rozvoja z pohľadu európskej perspektívy.

¹¹ Polycentric Concept of settlement development and urban development in the Slovak republic, 2006, pp.10

Udržateľnosťou rozvoja miest sa zaoberá viacero dokumentov a iniciatív¹². Aj „nová“ kohézna politika EÚ na roky 2007-2013¹³ sa tiež venuje mestám a osobitne zdôrazňuje obnovu prostredia miest, verejných priestranstiev a nevyužitých zanedbaných lokalít, hlavne v bývalých priemyselných lokalitách. Uvádza sa tu, že ak je mestské prostredie kvalitné, prispieva sa tak nielen k prioritám Lisabonskej stratégie, ktorej cieľom je urobiť Európu atraktívnejšou pre pracovnú silu, bývanie a investície, ale prispieva to zároveň k zmierneniu tlaku na okrajové časti mesta, ktoré sa inak nekontrolované rozrastajú ako dôsledok hľadania lepšej kvality života mestských obyvateľov.

Kvalita života mestských (a nielen mestských) obyvateľov úzko súvisí s kvalitou životného prostredia. Hrozba negatívnych prejavov klimatických zmien sa prejaví vo zvýšenej miere v mestskom prostredí. Určitým spojivom medzi oblasťou udržateľného rozvoja miest, kvality mestského prostredia a znížením negatívnych vplyvov klimatických zmien je inovovaný výpočet ekologickej stopy mesta, ktorý zahŕňa aj význam ekologickej stability územia (s osobitným zameraním na mikroklimatickú funkciu zelene).

2.4 Charakteristika zmeneného životného prostredia v mestách oproti okolitej krajine

Životné prostredie v mestách sa už v súčasnosti značne odlišuje od okolitej krajiny vo viacerých charakteristikách (teplota, vlhkosť a kvalita ovzdušia a i.). Logicky sa predpokladá, že v dôsledku klimatických zmien sa tieto negatívne trendy ešte viac vyhrotia (pozri kapitolu 1.2).

2.4.1 Teplotná charakteristika v mestách, zrážkové pomery, kvalita ovzdušia a i.

Najvýznamnejšou klimatickou charakteristikou je teplota ovzdušia. V sídlach mestského typu je veľká koncentrácia povrchov, ktoré sa silne zahrievajú a majú veľkú tepelnú kapacitu. To spôsobuje značnú akumuláciu tepla v prostredí miest. Na zvyšovanie teploty má vplyv aj teplo uvoľňované z priemyselných procesov, spaľovacích motorov v doprave a vykurovania obytných budov. Spolupôsobením týchto faktorov sa nad mestom vytvára tzv. teplotný ostrov. V literatúre je množstvo údajov, ktoré dokumentujú teplotné odchýlky miest od okolitej krajiny, napr. konkrétne zistené tepelné rozdiely medzi centrom Bratislavy a jej okolím (Záhorská Bystrica, letisko) dosahovali priemerne o 2,5 až 3 °C vyššie teploty v centre mesta.

¹² Hudeková, Mederly: Udržateľný rozvoj miest v Slovenskej republike, REC Slovensko 2005, str. 7- 8, ISBN 80-969436-1-8

¹³ Kohézna politika na podporu rastu a zamestnanosti, Strategické usmernenie Spoločenstva na roky 2007-2013, ISBN 92-79-03489-8, str.29

Podľa údajov z literatúry sa teplotný rozdiel medzi mestom a jeho okolím pohybuje v rozmedzí od 0,5 až 1,5 °C. Tento na pohľad nepatrný rozdiel teplôt znamená relatívnu zmenu výšky o 100 až 300 m a posun až o jeden vegetačný stupeň. Preto na suchých mestských stanovištiach lepšie prosperujú druhy pochádzajúce z mediteránnej a kontinentálnej oblasti. Zvýšené trenie na členitom povrchu mesta sa prejavuje sťaženým pohybom vzduchových hmôt až do výšky 1000 metrov nad mestom. Nad mestom sa oteplujú vzduchové vrstvy a spolu s prítomnosťou kondenzačných jadier (prach, aerosóly) napomáhajú zvyšovaniu oblačnosti nad mestami oproti okolitej krajine. V ročnom priemere činí tento rozdiel o 5 až 10 %. Vplyvom zvýšenej oblačnosti sa zvyšuje aj množstvo zrážok, ale nepriepustné povrchy v meste a kanalizačný systém rýchlo odvádzajú vodu z územia.

Tab. č.1: Základné klimatické charakteristiky mestského prostredia a ich porovnanie s okolitou krajinou ^{14, 15}

klimatická charakteristika	rozdiel medzi mestom a okolím	veľkosť rozdielu
teplota vzduchu	+	0,5 až 3 °C ¹⁴ , 2-6 °C ¹⁵
oblačnosť	+	5 až 10 %
úhrn dažďových zrážok	+	5 až 20 %
výskyt hmiel	+	30 až 100 %
priemerná vlhkosť vzduchu	-	20-60%
trvanie snehovej pokrývky	-	2 až 18 dní
slnečné žiarenie	-	10 až 30 %

Znečistený vzduch nad mestom redukuje množstvo slnečného žiarenia, v priemere dostáva mesto strednej veľkosti o 15 % menej slnečného žiarenia ako voľná krajina. V zimných mesiacoch klesá slnečné žiarenie až o 30 %. Tabuľka č.1 prehľadne uvádza najdôležitejšie klimatické charakteristiky mestského prostredia a ich rozdiely v porovnaní s okolitou krajinou.

Kvalita ovzdušia v mestách je rôzna, závisí od hustoty aktivít, používaných pohonných látok a používaných priemyselných technológií. Z rôznych technologických procesov, dopravy i bývania, sa do ovzdušia dostávajú rôzne plynné chemické zlúčeniny ako oxidy uhlíka, oxidy síry, oxidy dusíka, fluoridy, chloridy, amónne látky, uhľovodíky a pod. Podľa porovnania mestského ovzdušia s otvorenou krajinou je v mestskom ovzduší 10-krát viac prachových častíc, koncentrácia SO₂ je 5-krát vyššia, koncentrácia CO₂ 10-krát vyššia, koncentrácia CO je v mestskom ovzduší 25-krát vyššia ako v otvorenej krajine. V 70-80 % sledovaných miest bola aspoň raz prekročená povolená hodnota znečisťujúcich látok podľa WHO. Napr. pri SO₂ bol rôzny vývoj v západnej a východnej Európe, pozitívne trendy súvisia s prísnyimi emisnými normami a tiež s reštrukturalizáciou priemyslu.

¹⁴ Supuka J.a kol.: Ekologické princípy tvorby a ochrany zelen. VEDA, Bratislava1991

¹⁵ EEA: Europe´s Environment:Dobříš Assessment (upravené), 1995

2.4.2 Pôda

Pôdy lokalizované v urbanizovaných priestoroch a v rozličnom stupni ovplyvnené dôsledkami urbanizácie označujeme spravidla ako urbánne pôdy. Stupne ovplyvnenia pôd v mestskom prostredí sú odrazom intenzity antropogénnej činnosti, ktorá v konečnom dôsledku môže viesť až k tvorbe umelých, človekom vytváraných pôd.

Ako degradačné faktory urbánnych pôd sa uvádzajú:

- *premiešavanie a prevrstvovanie pôdných vrstiev a pridávanie rôznych substrátov pri stavbách budov a inžinierskych sietí,*
- *zhutnenie pôdy stavebnými strojmi a automobilovou dopravou*
- *vysoký obsah skeletu, kamene, balvany znižujú priestor pre vodu a živiny*
- *degradácia pôd imísiami - hlavne oxidy síry, dusíka, ťažké kovy, halogény, arzén, popolčeky celoplošné zhoršovanie pôdných vlastností, ktoré spôsobujú škodliviny importované atmosférickými zrážkami*
- *pôdy v okolí dopravných komunikácií a chodníkov sú degenerované posypovými soľami vo forme chloridov*
- *zdrojom zhoršovania pôdných vlastností v sídlach sú aj výfukové plyny*
- *pôdy v urbánnom prostredí poškodzujú tiež úniky plynov (metán, etán, propán) z potrubia, ktoré spôsobujú vytesnenie vzduchu z pôdy až do vzdialenosti 15 m a následné redukčné procesy s potlačením bioaktivity a okyslením pôdy. Závažné nebezpečenstvo predstavujú úniky nafty a olejov, pričom kritická hodnota tohto znečistenia pôdy naftou predstavuje 0,5 kg.m².*

2.4.3 Voda

Povrchová voda predstavuje dôležitý vizuálny fenomén, ktorý determinuje charakter mnohých miest v Európe. Význam vody je evidentný, keď hodnotíme funkcie, ktoré voda poskytuje mestu. Mnoho miest vyrástlo popri významných vodných plochách a tokoch alebo na pobrežiach morí. V týchto mestách voda predstavuje životne dôležitý ekonomický zdroj v súvislosti s jej úlohou vo vodnej doprave a rekreácii. Ohrozenie vodných zdrojov je v mestách viditeľné, zásobovanie pitnou vodou a voda na rekreačné účely sú často ohrozené. Mestá ovplyvňujú a zároveň sú ovplyvňované zmenami hydrologického režimu, ktoré vyvoláva urbanizácia.

Vodné plochy sú významné aj ako habitaty pre voľne žijúce druhy rastlín a živočíchov (wildlife) a tiež pre ich vplyv na klímu, keď pomáhajú ochladzovať vzduch a stimujú cirkuláciu vzduchu.

Vodné plochy v mestách sú v súčasnosti pod silným tlakom vďaka expanzii zastavaných území, nekontrolovaného využívania zeme a vody a vypúšťania znečisťujúcich látok.

Rieky sú znečisťované najmä splaškovými vodami a tiež poľnohospodárskymi aktivitami. Tak sa do riek dostávajú organické látky, nitráty, fosfor, NH₄ a pod. Tiež podzemné vody sú často ohrozované nadmerným využívaním a kontamináciou.

Mestá ovplyvňujú a zároveň sú ovplyvňované zmenami hydrologického režimu, ktorý vyvoláva urbanizácia.

2.5 Dôsledky klimatických zmien v mestách

V súlade s kapitolou 1.2 sa všetky negatívne prejavy klimatických zmien prejavajú v mestách ešte v znásobenej podobe (napr. v Londýne sa už v roku 2020 predpokladajú letné teploty rovnajúce sa letu v južnom Francúzsku). Medzi najvypuklejšie problémy vo vzťahu ku klimatickým zmenám v mestách bude patriť:

- zvýšenie teploty - pri vlně horúčav bude teplo v meste "umocnené" tepelným ostrovom (pozri aj kapitolu 2.3.1). Podľa štúdie vypracovanej skupinou britských a amerických univerzít môže teplota v meste stúpnuť až o 6-7 stupňov oproti okolitej krajine¹⁶
- výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu
- pokles zrážok – aridizácia prostredia (postupné vysušanie, predovšetkým z dôvodu rastúcej potenciálnej evapotranspirácie a klesajúcej vlhkosti pôdy)
- zrážky búrkového charakteru – možnosť lokálnych povodní
- uvedené negatívne charakteristiky budú mať priamy vplyv aj na stav vegetácie v mestách, ktorá v závislosti od kvality a množstva má už v súčasnosti nesmierny vplyv na vyrovnávanie teplotných a iných rozdielov v klíme a mikroklimě mesta.

¹⁶ zdroj: <http://www.sme.sk/c/2873845/Viac-sa-otepli-vo-velkomestach.html>

3. Možnosti zmiernenia vplyvu - príprava na zmenu klímy

Časový rozdiel medzi znížením emisií skleníkových plynov a znížením ich skutočných koncentrácií je veľký. Je pravdepodobné, že ak sa nám aj podarí dosiahnuť zníženie emisií na udržateľnú úroveň, nevyhneme sa určitému stupňu zmeny klímy, ktorá nastane v dôsledku skleníkových plynov, ktoré sa už v atmosfére zabudovali. Preto potrebujeme identifikovať a implementovať opatrenia zamerané na adaptáciu na dôsledky zmeny klímy.

Štúdie už prinášajú celý rad oblastí, kde je potrebné prijať opatrenia:

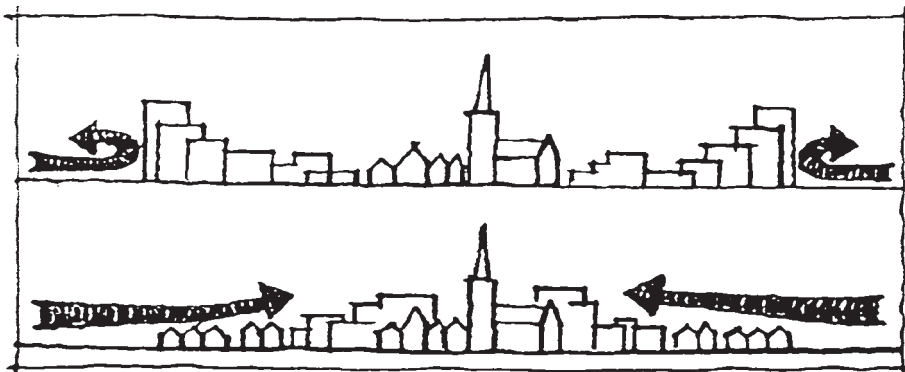
a) pri plánovaní miest a nových stavieb

- zohľadnenie klimatických pomerov miest a podpora tvorby parkov a zelene,
- používanie takých stavebných materiálov, ktoré umožňujú znížiť teplotu v mestách,
- navrhovanie stavieb zabezpečujúcich teplotnú pohodu nielen v zime, ale aj v lete,
- zvýšiť retenčnú schopnosť územia mesta, zabezpečiť zásobovanie vodou a ochranu pred povodňami

b) v existujúcej štruktúre mesta

- rekonštruovať budovy, energetické, dopravné systémy a infraštruktúru, obnoviť zeleň mesta, aby vydržali extrémne prejavy počasia¹⁷;

Obr.č.1 Podporovanie prevetrávania vhodnou štruktúrou mesta



¹⁷ Zdroj: 6.EAP (Environmental Action Plan for Europe)

3.1. Architektúra a klimatické zmeny

Najvýznamnejšie faktory ovplyvňujúce klímu miest sú:

- veľkosť a štruktúra mesta
- tepelné a hydrologické vlastnosti povrchov
- spôsob a charakter zástavby
- pomer spevnených a zelených plôch
- rozsah ľudských aktivít (podiel dopravy, priemyslu v meste a pod.)

Na zvyšovanie teplôt v mestách by sa mal brať ohľad aj pri plánovaní novej zástavby. Medzi základné princípy ekologicky orientovaného urbanizmu patrí zohľadnenie klimatických faktorov územia správne rozvrhnutou a orientovanou zástavbou, najlepšie s overením počítačovou simuláciou. Koncipovať kompozíciu stavieb a zelene v meste je potrebné tak, aby umožňovala lepšiu cirkuláciu vzduchu v meste, a aby v nočných hodinách podporila prúdenie a výmenu chladnejšieho vzduchu z okolia.

Z porovnania tepelnej zotrvačnosti rôznych oblastí mesta je zrejmé, že intenzívnejšie zastavané centrá miest sa ochladzujú výrazne pomalšie ako okolitá krajina. Má na to vplyv hlavne veľká tepelná zotrvačnosť stavebných materiálov, menej zelených plôch a spomalené prúdenie vzduchu vďaka hustej a vysokej štruktúre. O niečo lepšie sú na tom okrajové, nie tak intenzívne zastavané zóny s väčším množstvom zelene a uvoľnenejšími formami zástavby.

Tab. č. 2

Rozdiely teplôt rôznych plôch počas dňa a noci v meste v Kolíne.

Plocha	$T_{(20hod.)}/K$	$T_{(3hod.)}/K$	$\Delta T_{(20-3.)}/K$
Hlavná cesta (v centre)	22	17	5
Hlavná cesta (v krajine)	20	13	7
Budova (v centre)	21	17	4
Budova, periféria	21	13	8
Kolaje	21	12	9
Cintorín	19	12	7
Rýn	18	18	0
Les	17	11	6
Pole	14	9	5

Potenciálom na spríjemnenie mikroklimy prostredia je voda. Fontány a rôzne bazény tvoria už oddávna súčasť historických námestí a parkov. Tie kvapôčkami aerosólov a prirodzeným odparovaním zvlhčujú vzduch a znižujú jeho teplotu. Voda vďaka veľkej akumuláčnej schopnosti sa zahrieva výrazne pomalšie ako okolité povrchy a popritom sa neustále odparuje.

Významnú úlohu v ekologickej stabilite územia zohráva zachytávanie dažďovej vody. Táto voda prirodzene ochladzuje prostredie, vsakuje do pôdy a udržiava prirodzenú hladinu podzemných vôd. Ak túto vodu odkanalizujeme, zvyšujeme tým riziko záplav a vysušame obytné prostredie.

Existuje mnoho spôsobov ako zachytiť dažďovú vodu v obývanom území. Zelené strechy čiastočne zachytávajú a spomaľujú odtok vody. Strešné a terasové zvodny je možné zaustiť do zberných jarkov a rigolov a odviesť takto zachytenú vodu do zberných jazierok. Tiež chodníky a spevnené plochy je možné vyspádovať tak, aby z nich voda stekala do zelene. V maximálne možnej miere sa vyvarovať používania asfaltových a iných nepriepustných povrchov, naopak využívať priepustné materiály (mlat, dlažba posadená priamo do terénu).

Vodné toky napomáhajú pohybu chladnejšieho vzduchu nad vodnou hladinou a podporujú tak prevetrávanie a ochladzovanie prilahlých oblastí. Niektoré budovy využívajú tento chladnejší vzduch a nasávajú ho do svojich klimatizačných systémov (Danube house v Prahe pri Vltave).

Architektúra sa bude musieť postupne prispôbovať zvyšujúcim sa teplotám v mestách. Doteraz využívaná klimatizácia pritom nie je pre prehrievajúce sa domy ideálnym riešením. Pri tradičnom klimatizovaní totiž dochádza k spotrebe energie a v podstate k emisii skleníkových plynov a teda v dlhodobom horizonte ku globálnemu otepľovaniu.

Chladienie miestností začína byť čoraz žiadanejšie, ale čo si málokto uvedomuje, je fakt, že je energeticky omnoho náročnejšie hlavne na elektrickú energiu. Často v lete počujeme o kolapse americkej energetickej siete, ktorá je počas letných horúčav preťažovaná klimatizačnými jednotkami. Veľkou nevýhodou je, že elektrická energia vďaka veľkým stratám prenosových sústav vyžaduje omnoho väčšie množstvo primárne vyrobenej energie v elektrárňach a tie majú svoje negatívne dopady na životné prostredie. Preto je omnoho hospodárnejšie budovu chrániť proti prehrievaniu pasívnymi technológiami a predísť tak budúcemu potencionálnemu spotrebiču.

Veľkým prínosom pre zabezpečenie optimálnej klímy v interiéri je dostatočná tepelná izolácia stavby, ktorá nielenže chráni budovu v zime, ale aj v letných mesiacoch. Výhodu tu majú stavby so zabudovanými masívnymi vnútornými konštrukciami s akumulácnou schopnosťou, ktoré vďaka tomu nepodliehajú prudkým výkyvom teplôt.

Dôležité sú aj opatrenia na tienenie transparentných výplní otvorov. Objekty konštrukcie zvonku, resp. zvnútra okien, balkónových dverí, zimných záhrad, transparentných fasád vrhajúce tieň (pergoly, markízy, lamely, žalúzie, rolety, záclony) sú jednoduchými, ale tiež veľmi dôležitými a účinnými prvkami na udržanie optimálnej vnútornej teploty budovy.

Z hladiska chladenia budovy je vnútorné tienenie okien (žalúzie, rolety, záclony) menej účinné ako vonkajšie, nakoľko k blokovaniu slnečného žiarenia dochádza až v miestnosti, kde sa časť tepelného žiarenia absorbovala. V prípade, keď nie sú k dispozícii vonkajšie tieniace konštrukcie žalúzie alebo rolety, je vnútorné tienenie nevyhnutné.

Reflexné filmy a nátery, ktoré sa nanášajú na sklo a často je možné sa s nimi stretnúť na administratívnych budovách, sú schopné odraziť až 85 % dopadajúceho žiarenia. Takýto film ale blokuje žiarenie počas celého roka, a je preto pre nízkoenergetické, resp. energeticky pasívne domy nevhodný hlavne na oknách orientovaných na juh. Môže však byť účinný na netienených, na východ a západ orientovaných, oknách prípadne na administratívnych budovách¹⁸. Jednou z finančne nenáročných metód, ako je možné budovu chladieť, je využiť nočný chladnejší vzduch na intenzívne vetranie interiéru. Tejto požiadavke treba uspôsobiť návrh a konštrukciu okien.

Veľmi účinné je na chladenie využiť relatívne konštantnú teplotu pod povrchom terénu:

- **Podzemná voda**

Veľký potenciál v sebe skrýva využitie podzemnej vody. Tá má relatívne stabilnú teplotu počas celého roka (v zime je teplejšia v lete chladnejšia). V zime voda používaná na činnosť tepelných čerpadiel sa môže v lete presmerovať do systému rozvodov v stropoch alebo v stenách, a týmto spôsobom budovu účinne a energeticky nenáročne chladí.

- **Aktívne vetranie s rekuperáciou**

Inou možnosťou je použitie systému pre aktívne chladenie budovy vetracím systémom. Privádzaný vonkajší teplý vzduch sa v zemnom registri v lete ochladí a môže byť použitý na vetranie miestností (Toto riešenie využívajú hlavne energeticky pasívne domy. V nich je zabudovaná vetracia jednotka so spätným získavaním tepla. Počas zimy dokážeme využiť až 80% percent tepla z odvádzaného vzduchu, ktoré by inak uniklo oknami).

- **Umiestnenie stavby pod zem**

Umiestnenie časti stavby pod zem umožňujú iba isté typologické druhy stavieb. Zem poskytuje rovnomernejšiu vnútornú teplotu, čo pomáha vykurovaniu, ale najmä chladeniu. Takéto riešenie je ale veľmi finančne náročné a častejšie sa s ním stretávame len v subtropickom pásme s malým množstvom zrážok.

¹⁸ Tieto filmy sa odporúčajú používať na oknách s čiastočným tienením, pretože absorbujú slnečné žiarenie a zohrievajú sklo nerovnomerne. Nerovnomerné ohrievanie skla môže spôsobiť jeho prasknutie alebo môže poškodiť tesnenie medzi tabuľami skla

Zdroj: <http://www.inforse.dk/europe/fae/OEZ/slno/slno.html#TOP>

Výsledky štúdií dokázali, že domy s dostatočnou akumulácnou hmotou a pasívnymi solárnymi a ventilačnými systémami môžu lepšie odolávať klimatickým zmenám, zatiaľ čo súčasné veľko-presklenné budovy začnú „trpieť“ prehrievaním.

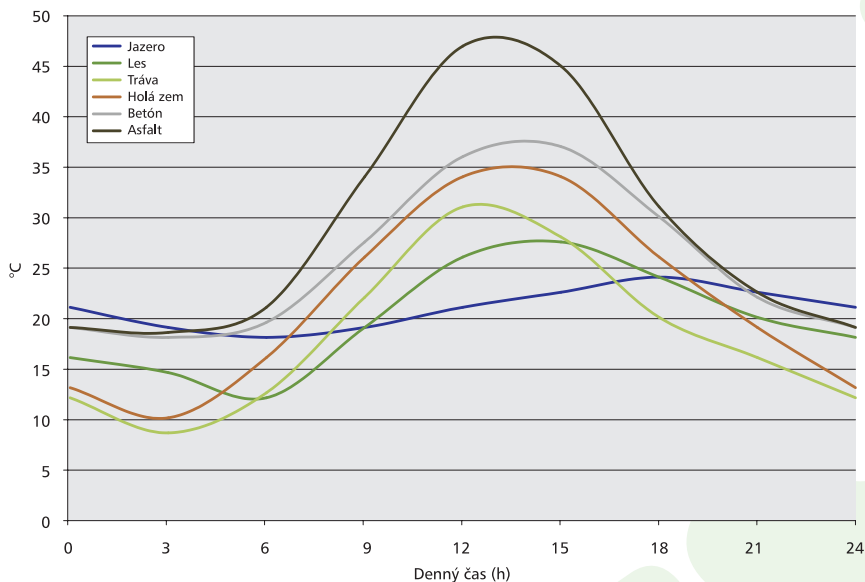
3.2. Stavebné materiály

Na zvyšovanie teploty v mestách majú vplyv hlavne stavebné materiály, obklady a dlažby, ktoré sa v závislosti od farby, štruktúry a orientácie vplyvom slnečného žiarenia v rôznej miere zahrievajú. Vyznačujú sa malým obsahom vody (napr. betón má približne 4 hmotnostné percentá), čoho dôsledkom je slabé odrážanie tepla a jeho akumulácia v samotných vybudovaných plochách (cesty, parkoviská, strechy, steny atď.). Veľké spevnené plochy sa na priamom slnku v priebehu dňa môžu zahriať až na 50 stupňov a sálať desiatky hodín, čo závisí hlavne od objemu a prispievajú tak k prehriatiu vzduchu v nočných hodinách.

Je preto veľmi dôležité vytvárať v mestách zelené a vodné plochy (napr. aj výsadbou stromov na veľkých parkoviskách) a tým zmierniť prehrievanie priestorov a spríjemniť mikroklimu (pozri aj kapitolu 3.3).

Graf č. 1

Priebeh teplôt na kvalitatívne rôznych povrchoch počas letného dňa bohatého na slnečné žiarenie

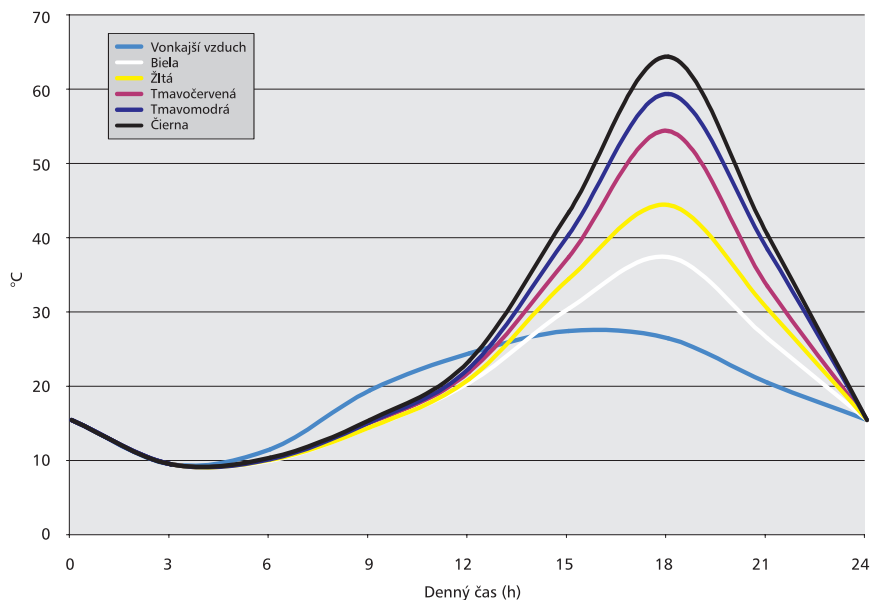


S problémom letného prehrievania vertikálnych plôch sa pri výbere materiálov doteraz takmer neuvažovalo¹⁹. Stavebné materiály sú v súčasnosti v našom pásme navrhované primárne tak, aby zabraňovali tepelným stratám počas zimy a šetrili tak energetické zdroje potrebné na vykurovanie budov.

Vplyv na zahrievanie majú samozrejme farby, schopnosť materiálu akumulovať teplo a absorbovať vodu. Voda počas premeny z kvapalného skupenstva na paru odberá veľké množstvo tepla a povrch ochladzuje. Zároveň zvyšuje relatívnu vlhkosť vzduchu a spríjemňuje prostredie.

Graf č. 2

Denné priebehy teplôt rôzne sfarbených západných stien (Na žiarenie bohatý letný deň)



Zdroj: Krusche, M., Krusche, P., Althaus, D., Gabriel, J.: Ökologisches Bauen, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1990

¹⁹ Výnimkou je sklobetón, ktorý z dôvodu zmien vonkajšej teploty musí byť oddelený od okolitých konštrukcií. Sklenená konštrukcia totiž mení svoje rozmery – sťahuje sa a roztahuje a na tento pohyb musia byť vytvorené podmienky, inak by tlakom na okolité konštrukcie sklenené tvárnice popraskali.

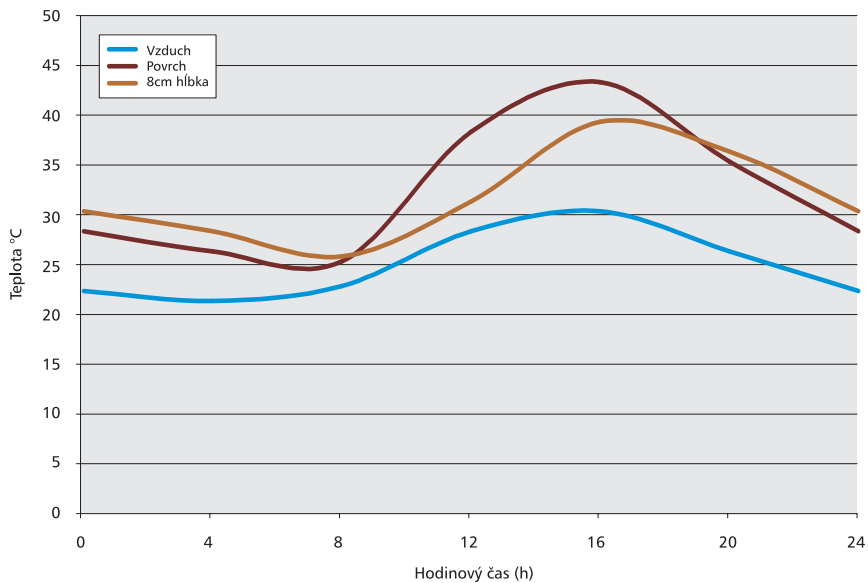
Na fasádach by sa mali prevažne využívať svetlé farby a lesklé povrchy, ktoré vo všeobecnosti lepšie odrážajú žiarenie ako tmavé odtiene. Pri tmavých farbách dochádza k väčšej absorpcii a vyžarovaniu v infračervenej oblasti svetla, ktoré vnímame ako teplo. (Tento efekt je využívaný hlavne pri slnečných kolektoroch, ktoré majú výrazne čiernu farbu). Veľmi silne absorbujú teplo najmä tmavé asfaltové plochy, ktorých podložie veľmi často tvorí betón a po nahriatí má schopnosť dlhodobo sálať. Rýchlosť prestupu tepla závisí na rozdielne teplôt medzi zdrojom tepla a objektom kam teplo uniká.

V niektorých štúdiách sa preukázalo, že mestá by mohli v letných mesiacoch ušetriť elektrickú energiu na klimatizáciu tým, že by fasády budov boli sfarbené svetlejšími odtieňmi. Strešné krytiny a škridle sú vyrábané v prvom rade tak, aby chránili proti vode a slnečnému žiareniu. Veľkým potenciálom v tejto oblasti je využitie zelených striech. Tie zadržiavajú dažďovú vodu a uvoľňujú ju vo forme vodnej pary. Zadržaná voda nezaťažuje kanalizačnú sústavu a znižuje aj riziko povodní. Rovnako vertikálna zeleň – popínavé rastliny môžu zohrávať veľmi pozitívnu úlohu. Steny domu sú počas celého roka vystavené slnečnému žiareniu a zaznamenávajú pomerne veľké výkyvy teplôt. Nezatienená fasáda sa môže počas horúceho letného dňa zohriať aj na 40°C, kým teplota steny pod zeleným plášťom je aj o 15 °C nižšia, čo má pozitívny dopad na teplotu v interiéri. Obrastenie stien popínavými rastlinami zmierňuje extrémny medzi exteriérom a interiérom. Dopadajúce slnečné žiarenie zachytávajú listy zazelenenej fasády a popritom uvoľňujú do prostredia vodnú paru - vďaka "transpirácii", tým priestor účinne chladia. Zároveň vrstva listov zmierňuje vplyv nárazového vetra a zachytáva zrážky, ktoré stekajú po ich povrchu a nedostávajú sa na stenu. Vzduchový vankúš medzi listami a fasádou vytvára tepelný nárazníkový medzipriestor medzi exteriérom a stenou. Niektoré štúdie uvádzajú, že tento medzipriestor dokáže počas zimného obdobia znížiť straty prestupom tepla o 3 – 5%. Popínavé rastliny rozlišujeme podľa spôsobu uchyťovania na ovijavé, úponkové a s prísavnými korenkami. Úponkové rastliny sa prichytávajú na pomocný rošt – „treláž“ a ukoreňujú sa do zeme. Nepredstavujú žiadne riziko pre konštrukciu. Sem patria druhy ako: vinič, pavinič, plamienok. Neodporúča sa sadiť druhy s prísavnými korenkami, ktoré by mohli postupne rozrušiť fasádu, hlavne v miestach trhlín a praskliniek. Medzi tieto druhy patrí brečtan, popínava hortenzia a iné.

Správne navrhnuté a realizované zazelenenie steny zvyšuje životnosť fasády.

Graf č.3

Denný priebeh teplôt vzduchu, asfaltového povrchu a pody v hĺbke 8cm 11.8.94 vo Viedni



Zdroj: Anandakumar K (1999): A study on the partition of net radiation into heat fluxes on a dry asphalt surface. Atmospheric Environment 33, 3911–3918

3.3 Vegetácia

Osobitný význam začína mať zeleň v mestskom sídle v súvislosti s globálnym otepľovaním a klimatickými zmenami, osobitne v súvislosti s predpokladaným:

- zvýšením teploty (osobitne letných horúčav)
- poklesom relatívnej vlhkosti vzduchu

Je všeobecne známe, že zelené plochy spĺňajú v sídlach viacero funkcií, z ktorých niektoré sú v priamom súvisi s kvalitou životného prostredia (stručný prehľad sa nachádza rámcčku 8):

Rámček 8

Mikroklimatická funkcia je chápaná ako schopnosť zelene ovplyvňovať svojou transpiračnou činnosťou vlhkosť ovzdušia, poskytovať tieň, znižovať výkyvy teplôt a pod., napr. dospelá breza môže za vegetačné obdobie odpariť až 7000 l vody, mestské parky znižujú teploty v priemere o 1 °C oproti teplote v uliciach. Zelené plochy zvyšujú vlhkosť vzduchu (v priemere sa udáva hodnota 5 až 7 percent).

Izolačná funkcia je chápaná ako schopnosť zelene znižovať pôsobenie hluku, zachytávať prašnosť, absorbovať cudzorodé látky z ovzdušia a pod. Napr. 50 ročný javor mliečny (*Acer platanoides*) absorbuje za vegetačné obdobie 0,0295 kg síry, 0,0860 kg chlóru a 0,0039 kg flóru. Filtračné účinky zelene sú všeobecne známe. Stromová a krovitá vegetácia má priaznivé účinky na čistotu ovzdušia, slúži ako filter pre prachové častice (udáva sa hodnota 20 g prachových častíc na m² listovej plochy). Nezanedbateľná je aj funkcia znižovania hladiny hluku v mestskom prostredí, rovnako ako aj znižovanie rýchlosti vetra.

Nemenej dôležité sú aj ďalšie funkcie zelených plôch v mestách, ktoré majú súvis s celkovou kvalitou života v meste (stručný prehľad sa nachádza v rámciku 9):

Rámček 9

Rekreačná funkcia mestskej zelene je dôležitá hlavne v urbanizovanom prostredí, kde poskytuje možnosť krátkodobej rekreácie obyvateľov. Rekreačnú funkciu zelene ovplyvňujú aj jej „neživé“ doplnky, ako je vybavenosť lokality lavičkami, detskými ihriskami a pod.

Psychologická/estetická funkcia zelene spočíva v jej schopnosti dotvárať urbanizované prostredie, zvyšovať jeho atraktivnosť. Estetická hodnota zelene je nenahradiateľná, aj keď jej význam je často podceňovaný. Krása drevín má širokú škálu prejavov, ktoré sa menia v závislosti od ročných období a ich estetické pôsobenie priaznivo ovplyvňuje psychiku človeka. Estetickú funkciu zelene ovplyvňuje vo veľkej miere kompozícia výsadiel a ich údržba.

Refugiálna funkcia zelene - vytváranie refúgií pre rastliny a živočíchy, ktoré sú z intenzívne využívanej krajiny vytláčané.

Topická funkcia zelene - schopnosť poskytovať rôznym skupinám živočíchov možnosti úkrytu, hniezdenia a pod. Husté ihličnany na hniezdenie ako nocovisko, odpočívadlo.

Trofická funkcia zelene - rastliny ako potravné zdroje pre rôzne skupiny živočíchov.

Z týchto dôvodov by bolo potrebné v mestách sledovať:

- podiel zelene na území sídelných štruktúr
- dostupnosť zelene pre obyvateľov
- plošné zastúpenie zelene v prepočte na jedného obyvateľa
- kontinuitu zelených plôch v štruktúre obce v prepojení do príľahlej krajiny

Dostupnosť zelene a zelených verejných priestranstiev pre obyvateľov vo viacerých európskych mestách dosahuje 100% (Brusel, Kodaň, Paríž, Miláno, Madrid), zatiaľ čo v Bratislave bola podľa dostupných prameňov z roku 1995 dostupnosť zelene pre obyvateľov 63%²⁰, pričom viaceré z nich boli v priebehu posledného obdobia zastavané.

²⁰ EEA: Europe's Environment: Dobříš Assessment (upravené), 1995

V lete 2005 sa uskutočnili merania v modelovom území Bratislava Mestská časť Karlova Ves a Piešťany s cieľom získať prvé poznatky o vzťahu teploty ovzdušia, vlhkosti v závislosti od typu prostredia. Klimatické údaje boli získavané za pomoci teplomerov a vlhkomerov GFTH200 HYGRO-Thermometer Greisinger electronic, ktorý meria vlhkosť v rozsahu 0 % až 100 % a teplotu od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ s presnosťou 0,1 %, resp. 0,1 $^{\circ}\text{C}$. Teplota a vlhkosť boli súčasne merané na rozličných stanovištiach a poznatky boli zapisované do pripravených formulárov. Na základe týchto meraní, sa teplota meraná vo vybraných antropogénnych a prírodných biotopoch a iných prvkoch krajiny štruktúry v modelovom území Bratislava-Karlova Ves odlišovala v priemere rozdielom vyše 14 stupňov Celzia (najnižšia teplota bola nameraná v dubovo-hrabovom lese). Prehľad je uvedený v tabuľke č.3 :

Tab. č. 3 : Rozdiely v nameranej teplote vzhľadom k teplote v dubovo-hrabovom lese v modelovom území Bratislava-Karlova Ves

Por.č.	Katégoria	Nameraná teplota	Rozdiel
1	Parky	29,1	0,9
2	záhrady pri rodinných domoch	31,2	3,05
3	porasty kultúrnej vegetácie obytných súborov (vysoký podiel spevnených plôch)	31,9	3,75
4	porasty kultúrnej vegetácie obytných súborov (nízky podiel spevnených plôch)	30,8	2,65
5	Cintoríny	28,2	0,05
6	dubovo-hrabové lesy karpatské	28,15	0
7	Zastavaná plocha, priemyselné a obchodné areály takmer bez vegetácie	42,8	10,35

Terénnym meraním v roku 2006²¹ sa potvrdilo, že vegetačná pokrývka s rôznou štruktúrou má výrazný mikroklimatický efekt. Rozdiely v nameraných hodnotách teplôt vzduchu a relatívnej vlhkosti vzduchu dokázali, že využitie rôznych vegetačných formácií na zlepšenie mikroklimy v urbánnom prostredí je opodstatnené. Medzi meraniami vybraných ukazovateľov boli zistené výrazné rozdiely, napr. maximálny teplotný rozdiel bol až 14,6 $^{\circ}\text{C}$ medzi teplotou vzduchu na trávniku a pod soliterným stromom (pri meraní na úrovni terénu). Ochladzovací efekt sa prejavil na všetkých plochách s drevinami. Prekvapujúco vysoké boli zistené hodnoty teploty vzduchu na samotnom trávniku, ktoré boli v niekoľkých prípadoch zrovnateľné ako teploty vzduchu namerané na asfaltových plochách (cesta a parkovisko).

²¹ Reháčková, Paudišová: Praktické skúsenosti s hodnotením mikroklimatickej funkcie vegetácie v urbánnom prostredí, 2006

Relatívna vlhkosť vzduchu bola najvyššia pod solitérnym stromom, čo je v súlade s tvrdením, že staršie a mohutnejšie dreviny vytvárajú stabilnejšiu mikroklímu.

Ešte väčší rozdiel v teplote sa prejavuje podľa podielu nepriepustných zastavaných plôch k zeleným plochám s vysokým podielom drevín, kde maximálny teplotný rozdiel bol 17 °C (teplota 48 °C nameraná v areáloch technických a dopravných diel k 27 °C nameraných v parkových plochách s prevahou stromov a krov) a dokonca až 22 °C rozdiel pri meraní teploty v okolí vodného toku a na parkovisku bez vegetácie.

Pri výsadbách drevín je potrebné vziať do úvahy nielen súčasný stav životného prostredia v meste (pozri kapitolu 2.4, Charakteristika zmeneného životného prostredia v mestách oproti okolitej krajine), ale aj vziať do úvahy budúce oteplenie v mestských oblastiach. Pri novej výsadbe v mestách by sa z tohto dôvodu malo dbať na:

- zaradenie nových druhov (taxónov), ktoré doposiaľ neboli pre naše súčasné podmienky vhodné (napr. kvôli vyšším nárokom na teplotu)²²
- zaradenie druhov drevín, ktoré budú znášať výrazné letné suchá (napr. s úzkymi listami)
- v súlade s predpokladaným zvýšením teploty pripraviť sa aj na posun výškových vegetačných stupňov a s tým súvisiaci výber kostrových drevín na výsadbu v mestských oblastiach²³
- vyvarovať sa vysádzaniu niektorých invazívne chovajúcich sa drevín (*Ailanthus altissima*, *Negundo aceroides*), ktorých šírenie je podporené zvyšujúcou teplotou

²² Jaroslav Machovec: Dúsledky globálnych klimatických zmien na sadovnícku tvorbu ve mestech in Sídlo, park krajina, zborník referátov, 2002 ISBN 80-8069-170-3

²³ Jaroslav Machovec: Sadovnícká dendrologia, SPN Praha, str.107

3.4. Čiastkové závery

Niektoré negatívne prejavy klimatických zmien popísané vyššie sa prejavujú a budú prejavovať v mestách ešte vo výraznejšej podobe. Existujú však možnosti ako ich zmierniť, napríklad vhodnou architektúrou, stavebnými materiálmi a vegetáciou, a možno ich zosumarizovať nasledovne:

- Vo všeobecnosti koncipovať kompozíciu stavieb a zelene v meste tak, aby umožňovala lepšiu cirkuláciu vzduchu v meste, a aby v nočných hodinách podporila prúdenie a výmenu chladnejšieho vzduchu z okolia
- Zvyšovať podiel vegetácie, osobitne v zastavaných centrách miest (výsadba stromov do uličných stromoradií, na parkoviská, zelené stredové deliace pásy, využívanie aj tzv. alternatívnych druhov zelene: zelených striech, ktoré aj zachytávajú a spomaľujú odtok vody, ďalej popínavej, vertikálnej zelene a i.)
- V skladbe vegetácie by mal byť podiel drevín/stromov k trávnikom viac ako 60%
- Zohľadniť druhové skladby pri výsadbách vo vzťahu na posun vegetačných stupňov pri zmene klímy
- Využívať vodné prvky – fontány, vodné toky, zachytávanie dažďovej vody - strešné a terasové zvodny je možné zaústiť do zberných jarkov a rigolov a odvieť takto zachytenú vodu do zberných jazierok. Tiež chodníky a spevnené plochy je možné vyspádovať tak, aby z nich voda stekala do zelene
- Zvýšiť retenčnú schopnosť územia – napr. v maximálne možnej miere využívať priepustné materiály a konštrukcie a nahrádzať nepriepustné materiály (asfalt, betón)
- Dbať na dostatočnú tepelnú izoláciu stavby
- Tieniť transparentné výplne otvorov. Objekty, konštrukcie zvonku, resp. zvnútra okien, sú jednoduchými, ale tiež veľmi dôležitými a účinnými prvkami na udržanie optimálnej vnútornej teploty budovy
- Využívať svetlé farby a lesklé povrchy na fasádach, ktoré vo všeobecnosti lepšie odrážajú žiarenie ako tmavé odtiene.

4. Ekologická stopa a biokapacita

4.1 Základné pojmy – úvod do problematiky

Dnes si už každý uvedomuje, že zdroje našej planéty sú obmedzené. V poslednom desaťročí sa začal pomer medzi dostupnými zdrojmi a ich globálnou spotrebou vyjadrovať v tzv. ekologickej stope (ďalej ako ESt). Ekologická stopa určuje, aké množstvo prírodných zdrojov spotrebuje jednotlivec, mesto, celý región, štát, alebo aj všetci obyvatelia našej planéty, k zabezpečeniu svojich požiadaviek. Zahŕňa všetky činnosti, od spotreby potravín, bývania, dopravy až po vyprodukovaný odpad, a umožňuje nám teda zrovnávať jednotlivé činnosti a ich dopad na životné prostredie a prírodné zdroje. Ekologická stopa má svoj význam pri popularizácii problematiky udržateľného rozvoja, využíva zjednodušenia, ktoré poskytnú širokej verejnosti základný obraz o využívaní prírodných zdrojov vo vzťahu k ich množstvu.

Ekologická stopa sa meria v tzv. globálnych hektároch. Globálny hektár je 1 hektár biologicky produktívneho priestoru s priemernou svetovou produktivitou. V roku 2001 mala biosféra 11,2 miliárd hektárov biologicky produktívnych oblastí, čo zodpovedá približne jednej štvrtine povrchu planéty. Týchto 11,2 miliárd hektárov zahŕňa 2,3 miliardy hektárov vôd (oceánske šelfy a vnútrozemské vody) a 9,1 miliárd hektárov pevniny. Pevninská oblasť pozostáva z 1,5 miliardy hektárov osevných plôch, 3,5 miliardy hektárov pastvín, 3,9 miliardy hektárov lesov a 0,2 miliardy hektárov zastavaných plôch²⁴.

Bioproduktivita (biologická produktivita) je identická s biologickou produktivitou na hektár za rok. Biologická produktivita sa normálne meria ako akumulácia biomasy za rok.

Biokapacita je využiteľná kapacita biologickej produkcie za daný rok na biologicky produktívnej ploche, vyjadruje sa rovnako v globálnych hektároch.

Ekologickú stopu a biokapacitu je možné na základe známych a dostupných údajov vypočítať pre jednotlivca, mesto, štát a pod. Organizácia WWF publikuje každoročne správu o ekologickej stope štátov sveta. Na základe tejto správy je celková ESt našej planéty 2,2 gha, pričom je biokapacita len 1,8 gha²⁵.

Pri prepočte rozličných typov krajiny a morí na ha/gha sa využívajú tzv. faktory ekvivalencie (equivalence factor), ktoré vyjadrujú relatívnu (celosvetovú, teda globálnu) bioproduktivitu. K upresneniu na úrovni krajiny sa ďalej využívajú faktory výnosnosti (yields factors), ktoré určujú bioproduktivitu tej- ktorej krajiny.

Faktory ekvivalencie (pozri tab. č. 4) predstavujú množstvo globálnych hektárov obsiahnutých v priemernom hektáre osevných plôch, zastavaného územia,

²⁴ Mathis Wackernagel et al., 2005

²⁵ Správa WWF, National Footprint 2005

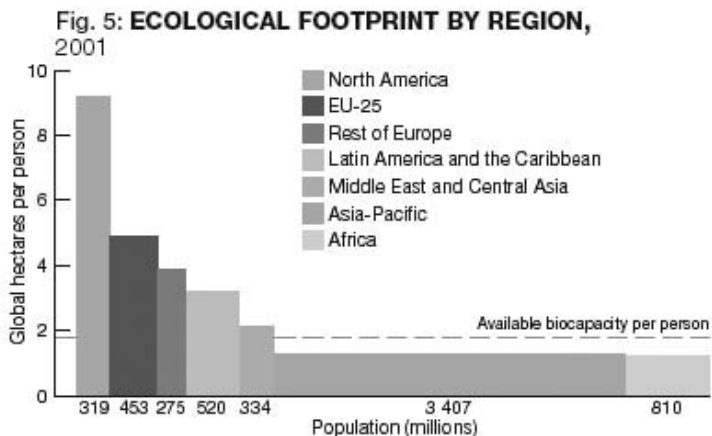
lesov, pastvín alebo plôch rybolovu. Faktory ekvivalencie sú odvodené z indexu udržateľnosti a sú vyjadrené podľa tzv. globálnych agro-ekologických zón (GAEZ 2000)²⁶. Faktory ekvivalencie popisujú potenciálny výnos, ktorý je možné dosiahnuť pri predpokladanom využití závlah, hnojív a pod. Pripomínáme, že toto vyjadrenie potenciálnej produkcie je odlišné od poňatia ekosystémovej produktivity známej ako čistá primárna produktivita (net primary produktivity) (Wackernagel, 2005).

Tab. č.4: Faktor ekvivalencie (množstvo globálnych hektárov obsiahnutých v priemernom hektáre na tom- ktorom type plochy)

Typ plochy	Faktor ekvivalencie
Hlavné osevné plochy	2.19
Okrajové osevné plochy	1.80
Lesy	1.38
Pastviny, lúky	0.48
Vodné plochy	0.36
Zastavané územie	2.19

Faktor výnosnosti určuje, do akej miery je biologicky produktívny priestor v tej ktorej krajine viac či menej produktívny v porovnaní s globálnym priemerom tej istej plochy bioproduktívneho priestoru. Odráža úroveň technológie, ale aj úrodnosť v tej ktorej krajine.

Graf č.4 ukazuje ESt podľa svetadielov (prebrané zo správy WWF: National Footprint 2005)



²⁶ <http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>

4.2 Využívanie biokapacity

V súlade s hore uvedeným by mali obyvatelia planéty priemerne využívať nie viac ako 1,8 gha, aby sa zabezpečila udržateľnosť prírodných zdrojov. V praxi to znamená podstatné zníženie spotreby zdrojov na strane jednej (u vyspelých krajín „Severu“), a u tzv. málo rozvinutých krajín naopak zvýšenie využívania biokapacity Zeme. Viacero vysoko rozvinutých krajín s dosiahnutým vysokým blahobytom, meraným tzv. indexom rozvoja ľudstva (Human development index²⁷ - ďalej ako HDI), má relatívne nízku ekologickú stopu. Index rozvoja ľudstva zahŕňa priemernú dĺžku života, stupeň vzdelania a hrubý domáci produkt na obyvateľa. Ak by sme chceli vyhodnotiť krajiny, ktoré smerujú naozaj k trvalo udržateľnému rozvoju, tak tieto by sa nachádzali v priesečníku týchto 2 osí: osi dostupnej biokapacity planéty a indexom HDI najmenej 0,8.

Ekologická stopa a biokapacita sa využíva napr. na veľmi jasné, zrozumiteľné demonštračné poukázanie:

- rozsahu požiadaviek ľudskej populácie na zabezpečenie svojej existencie pri súčasných nárokoch a vyspelosti techniky
- udržateľnú a spravodlivú priemernú spotrebu na osobu v porovnaní s globálnou „celosvetovou“ spotrebou a zároveň dostupnou biokapacitou

V súčasnosti sú známe výpočty globálnej, teda „celosvetovej“ ESt, národných, ale aj lokálnych - miestnych ekologických stôp. Nakoľko sa táto publikácia zaoberá problematikou miest, nebudeme v ďalšom texte predstavovať metodický základ výpočtu národnej, ani globálnej ekologickej stopy, ale zameriame sa na výpočet ekologickej stopy mesta.

²⁷ <http://hdr.undp.org/hg>

5. Výpočet ekologickej stopy mesta

5.1 Súčasne známe postupy výpočtu ESt miest

V súčasnosti je známych viacero príkladov výpočtu, medzi priekopníkov výpočtu patrí organizácia Redefining progress²⁸. Organizácia Redefining Progress vytvorila metodiku na výpočet ekologickej stopy mesta založenú na stanovení množstva obnoviteľnej a neobnoviteľnej ekologicky produktívnej plochy, ktorá sa vyžaduje na zabezpečenie všetkých zdrojov obyvateľov mesta rovnako ako aj k zneškodneniu ich odpadov. Pri výpočte využíva dáta uvedené v tab. č. 5²⁹:

Tab. č. 5

• počet obyvateľov
• celková výmera mesta
• spotreba elektriny podľa pôvodu
• spotreba zemného plynu
• spotreba benzínu
• počet vozidiel
• počet najazdených míľ
• druh, vek a počet bytových jednotiek
• recyklácia
• biokapacita (oblasť rôznych typov krajiny)
• spotreba jedla*
• nákup tovaru*
• využívané služby

* Ak nie sú dostupné lokálne údaje, tieto počty bývajú poväčšine odhadované národnými priermi.

Redefining Progress ponúka vypočítanie ESt viacerými spôsobmi (za patričné finančné ohodnotenie podľa náročnosti spracovania):

1. Najjednoduchší výpočet ESt založený na dostupných dátach (väčšinou z národných štatistík) ohľadom spotreby energie, bývania, spotreby tovarov a služieb, dopravy a recyklácie odpadov, spolu aj s dostupnou databázou, ktorá umožní ukázať prípadné zníženie ESt mesta pri aplikácii niektorých environmentálne priaznivých aktivít (zvýšenie podielu separácie odpadu, zníženie používania automobilovej dopravy a pod.), prípadne naopak zvýšenie ESt, ak sa bude pokračovať v negatívnych trendoch spotreby.

2. Výpočet ESt založený na presnejších miestnych dátach, ktoré sa získavajú prieskumom verejnej mienky, z miestnych daňových úradov, z miestnych podnikov zaoberajúcich sa zneškodňovaním odpadov a pod.

²⁸ <http://www.redefiningprogress.org/>

²⁹ Redefining Progress: Sustainable Indicators Program, Reducing a City's Ecological Footprint: The Case of Santa Monica, Jason Venetoulis, May 2004

3. Výpočet ESt adaptovaný pre plánovací proces a ďalší rozvoj mesta, ako napr. plánovanie zvýšenia prietoknosti kanalizačného systému mesta z dôvodu zachytenia vody príválových dažďov. Pri takomto výpočte ESt Redefining Progress demonštruje rovnako ekologické, ako aj ekonomické klady prijatia opatrení na zvýšenie retenčnej schopnosti okolitej krajiny, a zároveň sa simuluje veľkosť ESt pri prijatí viacerých variant riešenia. Organizácia Redefining Progress vypočítava okrem ESt aj environmentálny deficit – externality ekonomických nákladov spojených s degradáciou prírodného prostredia spolu aj so zvýšením nákladov spojených s častejším výskytom a intenzitou mestských povodní spôsobených búrkovou činnosťou.

V ďalších tabuľkách uvádzame ako príklad percentuálne hodnotenie Ekologickej stopy mesta Santa Monica v rokoch 1990 a 2000. Údaje tab. č. 6 a tab. č. 7 vyjadrujú zníženie ekologickej stopy v meste Santa Monica (napr. aj vďaka zvýšenej recyklácii). Pri výpočte je ekologická stopa vyjadrená v akroch. Avšak, ako sme už uviedli v kapitole 4, ESt sa zvyčajne vyjadruje v globálnych hektároch za pomoci faktorov ekvivalencie.

Tab.č.6

1990	Zastavané plochy	Pastviny	Oblasti rybolovu	Lesy	Poľnohospodárske oblasti	Energetické oblasti	Ekologická stopa spolu
Energia	0	0	0	0	0	412,937	412,937
Domácnosti	3,929	0	0	46,133	0	19,104	69,166
Jedlo	0	38,335	55,127	0	293,846	148,404	535,712
Tovar a služby	3,439	4,902	0	138,226	34,563	414,684	595,815
Doprava	3,070	0	0	0	0	264,749	267,819
Recyklácia	0	0	0	0	0	-16,403	-16,403
	10,438	43,237	55,127	184,359	238,409	1,243,475	1,865,045

Tab.č.7

2000	Zastavané plochy	Pastviny	Oblasti rybolovu	Lesy	Poľnohospodárske oblasti	Energetické oblasti	Ekologická stopa spolu
Energia	0	0	0	0	0	400,851	400,851
Domácnosti	3,929	0	0	48,394	0	19,958	72,281
Jedlo	0	37,091	53,337	0	284,308	143,587	518,323
Tovar a služby	3,598	4,743	0	122,037	33,441	366,116	529,935
Doprava	3,070	0	0	0	0	266,705	269,775
Recyklácia	0	0	0	0	0	-32,806	-32,806
	10,597	41,834	53,337	170,431	317,749	1,164,411	1,758,359

5.3 Štandardy pre výpočet ekologickej stopy na sub-národnej úrovni - (SGA Est) ³¹

Organizácia Global Footprint Network³² sa začala zaoberať štandardami pre výpočet ekologickej stopy, nakoľko sa ukazuje, že pri niektorých výpočtoch sa stále uplatňujú rozličné prístupy. Táto nejednotnosť znižuje výpovednú schopnosť, ale aj možnosť porovnávania veľkosti Est pri jednotlivých výpočtoch, ba dokonca môže viesť k mylnej interpretácii. Spotreba sa bude na základe štandardov vyjadrovať pre jednotlivé druhy využitia zeme. Výsledky štandardov by mali byť dostupné po schválení a pripomienkovaní v najbližšom čase.

5.4 Metodika dotazníkového prieskumu

Okrem hore uvedených príkladov je možné pri výpočte Est mesta použiť metódu dotazníkového prieskumu, ktorá je odvodená od pôvodnej metodiky organizáciou Redefining Progress³³, upravenej podľa RNDr. Viktora Třebického z Českého Ústavu pro ekopolitiku³⁴.

Obyvatelia vyplňajú dotazníky so sériou otázok, ktoré sú založené na spotrebe, doprave, bývaní (pozri nižšie). Pri dotazníkovom prieskume je potrebné samozrejme zachovať reprezentatívnosť, vzorky respondентов, stanovenú podľa známej demografickej situácie v tom ktorom meste. Pri výpočte Est pre mesto sa berú do úvahy (zdroj Best food forwards):

- Potraviny/Výživa –potraviny založené na rastlinných a živočíšnych zdrojoch a súvisiaca energia;
- Bývanie – spotreba energie v domácnostiach, pozemky na bývanie, využívanie stavebného a palivového dreva v domácnostiach a energie na stavebné účely;
- Mobilita – energia využívanú na účely dopravy podľa druhov dopravy a zastavané plochy potrebné pre tieto druhy dopravy;
- Tovary a služby – vplyv energie súvisiacej s priemyselnou výrobou, vývoz/dovoz, poskytovanie služieb a používanie rastlinných a živočíšnych produktov a produktov z dreva a papiera

V tabuľke č.9 sa nachádza stručné zhodnotenie ekologickej stopy vybraných miest na Slovensku a ich porovnanie (výskum a výpočet ekologickej stopy bol realizovaný v roku 2005)³⁵

³⁰ The use of Ecological Footprint and Biocapacity Analyses as Sustainability Indicators for Subnational Geographical Areas: A Recommended Way Forward, Final Report 27th August 2001

³¹ http://www.footprintnetwork.org/gfn_sub.php?content=standards

³³ <http://www.redefiningprogress.org/programs/sustainabilityindicators/ef/>

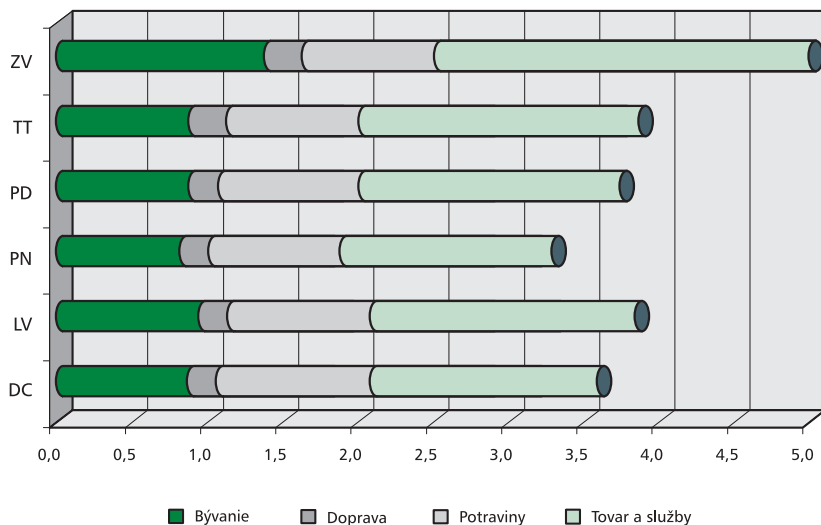
³⁴ viac informácií na www.hraozemi.cz

³⁵ Hudeková, Mederly: Udržateľný rozvoj miest v Slovenskej republike, REC Slovensko 2005, str. 7- 8, ISBN 80-969436-1-8

Tab. č. 9 a Graf č. 5 – Priemerná ekologická stopa modelových miest (gha/os)

	Dubnica	Levice	Piešťany	Prievidza	Trnava	Zvolen
Bývanie	0,87	0,99	0,83	0,92	0,90	1,35
Doprava	0,19	0,17	0,19	0,18	0,21	0,18
Potraviny	0,96	0,94	0,87	0,93	0,96	0,94
Tovar a služby	1,56	1,78	1,43	1,77	1,79	2,53
Celková ES	3,58	3,88	3,32	3,80	3,86	5,00

Priemerná ekologická stopa mesta (glob. ha / obyv.)



6. Inovácia výpočtu ekologickej stopy mesta so zahrnutím nového čiastkového indikátora ekologickej stability

6.1 Zhodnotenie súčasných postupov výpočtu

V súčasnosti má metodika výpočtu ekologickej stopy viacero nedostatkov napriek tomu, že sa metodika výpočtu neustále zdokonaľuje. Do výpočtu ekologickej stopy sa napr. započítava súčasná spotreba a dostupnosť zdrojov, avšak bez dopadu negatívnych vplyvov na prostredie (napr. deštrukcia ekosystémov, odlesňovanie, vplyvy kyslého dažďa), ktoré sa prejavia až v budúcnosti vo forme zníženia biokapacity. Rovnako sa neberú do úvahy ani ďalšie oblasti trvalej udržateľnosti ako je napr. sociálna a ekonomická oblasť.

Nedostatočne sú vo výpočtoch poňaté samotné zastavané plochy. Oblasti potrebné na infraštruktúru, pre bývanie, dopravu, priemyselnú výrobu a elektrárne, totiž zaberajú značnú časť bioproduktívnej oblasti sveta. Na základe správy WWF, ktorá hodnotí „celosvetovú“ ESt, je tento priestor najmenej zdokumentovaný, keďže satelitné snímky s nízkym rozlíšením nie sú schopné zachytiť rozptýlenú infraštruktúru a cesty³⁵. V najlepších odhadoch sa stanovuje, že zastavané územia predstavujú z globálneho hľadiska 0,2 miliardy hektárov. Keďže z historického pohľadu boli mestá lokalizované v úrodných poľnohospodárskych oblastiach s vhodným podnebiem a prístupom k sladkovodným zdrojom, výpočty ekologickej stopy vychádzajú z predpokladu, že zastavané oblasti zaberajú priemerne obhospodarované plochy. Predpokladá sa, že zastavané oblasti nahradili oševné plochy, keďže ľudské sídla sú lokalizované zväčša v najúrodnejších oblastiach krajiny. V roku 2001 predstavovala ekologická stopa zastavaných oblastí 0,44 miliardy globálnych hektárov, avšak presnosť tohto výpočtu je obmedzená hore uvedenými neistotami v podkladových údajoch.

Okrem toho v štruktúre mesta môžeme rozoznať v rámci zastavaného územia viacero prvkov: reálne zastavané plochy, teda plochy pokryté nepriepustným povrchom (budovy, cesty, parkoviská, obchodné a priemyselné areály), ale aj rozličné typy antropogénnych a prírodných biotopov. Zelené plochy majú nesmierny význam nielen v rámci klímy v meste a v súvislosti s reálnymi hrozbami klimatických zmien, ale aj pri hodnotení stability mestského prostredia.

³⁵ využitie boli údaje z CORINE (EEA 1999), GAEZ (FAO/IIASA 2000) a GLC (JRC/GVM 2000)

Ekologická stabilita prostredia má nepriamy vplyv aj na ďalšie zložky ekologickej stopy. Definovanie pojmu ekologická stabilita a jej hodnotenie predstavujú pomerne zložitý metodologický proces. Môžeme však zjednodušene vyjadriť, že čím je plošné zastúpenie zelene v mestách vyššie, tým je aj ekologická stabilita územia mesta hodnotená ako vyššia. Pri výpočte Est sa ale tento čiastkový ukazovateľ neberie do úvahy, čo je spôsobené aj nemožnosťou rozlíšenia typu povrchov prostredníctvom satelitných snímok (pozri odsek vyššie, napr. v mestských oblastiach nie sú odlišené záhrady od vydláždených povrchov, kultúrna vegetácia od veľkoplošného parkoviska pri nákupnom stredisku a pod.)

6.2 Návrh inovácie výpočtu ekologickej stopy pre mesto

Ak chápeme ekologickú stopu ako kvantitatívne vyjadrenie vplyvu človeka na krajinu, môžeme vysloviť predpoklad, že existuje zjavná súvislosť medzi hodnotou ekologickej stopy, úrovňou ekologickej stability krajiny a mierou jej ovplyvnenia antropickými aktivitami.

Sprievodným znakom intenzívneho využívania územia sú zmeny nielen v krajinnej štruktúre charakteristické predovšetkým ubúdaním prírodných a poloprírodných/semiprírodných prvkov (lesy, lúky, záhrady), ale aj súčasný rast negatívnych vplyvov ako je znečistenie ovzdušia, vody a pod. V globálnej mierke hovoríme o klimatických zmenách, na úrovni mestských aglomerácií je zatiaľ skôr pozorovateľným javom tzv. mestský tepelný ostrov.

V zmierňovaní vplyvov tepelného ostrova a v globálnych súvislostiach aj klimatických zmien má svoje nezastupiteľné miesto kvalita a kvantitaestskej zelene. Výskumy vplyvu zelene na mikroklimu mestského prostredia sú zrejmé (rôzne citácie). Na ich základe môžeme vysloviť predpoklad, že funkčne najúčinnnejšie sú najmä lesné porasty a veľké, mohutné stromy, a najmenej funkčne účinné v zmierňovaní klimatických extrémov sú trávnikové plochy.

To viedlo k myšlienke zohľadniť pri výpočte ekologickej stopy úroveň ekologickej stability prostredia, ktorá je tým vyššia, čím je v území vyšší podiel prirodzených prvkov, a ktorá zároveň odzrkadľuje veľkosť a množstvo povrchov, ktoré sú aktívne pri zmierňovaní klimatických extrémov. Aktívny vplyv vegetácie na mikroklimu bude vyjadrený tzv. koeficientom mikroklimatickej funkcie (K_{MF}) a bude slúžiť na úpravu hodnoty Est so zohľadnením podielu mikroklimatických funkcií vegetácie v území.

Inovácia výpočtu ekologickej stopy pri zohľadnení mikroklimatickej funkcie zelene

V súlade s hore uvedeným v súčasnosti známe metodiky výpočtu ekologickej stopy na lokálnej/mestskej úrovni nezahŕňajú kvalitu samotného mestského prostredia, ktoré je možné vyjadriť aj za pomoci dostatku zelených plôch, ako jedného zo základných ukazovateľov ekologickej stability územia. Z tohto dôvodu navrhujeme, aby sa k známym postupom výpočtu ESt na základe spotreby zdrojov v rôznych oblastiach (potraviny/výživa, bývanie, doprava, tovary a služby, výstavba) doplnila aj mikroklimatická funkcia ekologickej stability územia mesta“.

Koeficient mikroklimatickej funkcie (K_{MF}) bude do inovácie výpočtu ekologickej stopy vstupovať ako menovateľ. Z toho vyplýva, že čím bude koeficient mikroklimatickej funkcie vyšší (napr. vysoký podiel lesov v území), tým nižšia bude hodnota ekologickej stopy:

$$ESt_{mesta} = (ESt_{potravín} + ESt_{bývania} + ESt_{dopravy} + ESt_{tovarov}) / K_{MF}$$

Koeficient bude nadobúdať hodnoty od 0,8 do 1,2, ktoré sú účelovo stanovené tak, aby pri výpočte neprichádzalo k neprimeranému nadhodnoteniu mikroklimatickej funkcie.

Koeficient mikroklimatickej funkcie záujmového územia sa vypočíta na základe vzorca:

$$K_{MF} = \sum_{i=1}^n \frac{p_i \cdot k_{mfi}}{p}$$

kde: K_{MF} - koeficient mikroklimatickej funkcie záujmového územia

p - výmera záujmového/modelového územia

p_i - výmera územných jednotiek vyčlenených na základe pokryvnosti drevinovou vegetáciou

k_{mfi} - koeficient mikroklimatickej funkcie územných jednotiek záujmového územia

n - počet územných jednotiek v záujmovom území.

V tabuľke č.10 sú uvedené návrhy klasifikácie územia na menšie územné jednotky, v stĺpci “výskyt v Karlovej Vsi” sú ako príklad uvedené konkrétne lokality zo záujmového územia.

Tab. č.10: Príklady územných jednotiek a ich koeficient mikroklimatickej funkcie (K_{MF})

Územná jednotka	Výskyt v Karlovej Vsi	% pokryvnosti mikroklimaticky aktívnych povrchov (na základe pokryvnosti drevinovou vegetáciou)	K_{MF}
<ul style="list-style-type: none"> • zastavané areály s prevahou spevnených plôch • sídlisková zástavba s nízkym podielom drevín a s vysokým podielom zastavaných a nepriepustných plôch 	Dlhé Diely, nová výstavba v Karlovej Vsi, objekty občianskej vybavenosti, priemyselné a obchodné areály takmer bez vegetácie	0-20	0,8
<ul style="list-style-type: none"> • zastavané areály s podielom drevinovej vegetácie • sídlisková zástavba s vysokým podielom drevín a s nízkym podielom zastavaných a nepriepustných plôch 	areál SAV, areály základných škôl v Karlovej vsi, internáty a pod. ostatné sídliská v Karlovej Vsi	21-40	0,9
<ul style="list-style-type: none"> • rodinné domy so záhradami 	Líščie údolie, Dlhé Diely, Riviera a pod.	41-60	1,0
<ul style="list-style-type: none"> • záhradkárske a chatové osady, opustené, neudržiavané plochy 	svahy Líščieho údolia, svahy nad Devínskou cestou a pod.,	61-80	1,1
<ul style="list-style-type: none"> • lesy • botanická záhrada • zoologická záhrada 	Sihoť, Sítina, cintorín v Karlovej Vsi a pod.	81-100	1,2

V tabuľkách č.11 a č.12 sú uvedené príklady inovácie výpočtu ekologickej stopy pre dva typy území: s vysokým a nízkym podielom mikroklimaticky aktívnych povrchov.

Tabuľka č. 11: Príklad výpočtu pre územie s malým podielom mikroklimaticky aktívnych povrchov

Územná jednotka	Koeficient mikroklimatickej funkcie prvku = K_{MF}	Výmera v ha	Koeficient mikroklimatickej funkcie územnej jednotky = k_{mfi}
Lesy, botanická záhrada, ...	1,20	50	0,09
Zastavané areály s prevahou spevnených plôch	0,80	300	0,37
Zastavané areály s podielom drevinovej vegetácie ...	0,90	100	0,14
Rodinné domy so záhradami	1,00	100	0,15
Záhradkárske a chatové osady, ...	1,10	100	0,17
spolu		650	0,92

Priemerná ekologická stopa na Slovensku je 3,60 gha. Po aplikácii koeficientu mikroklimatickej funkcie pre územie s malým podielom mikroklimaticky aktívnych povrchov sa jej hodnota zmení na 3,91 gha (3,60/0,92), čo odzrkadľuje intenzívne využívanie územia a malý podiel prírodných prvkov.

Tabuľka č. 12: Príklad výpočtu pre územie s vysokým podielom mikroklimaticky aktívnych povrchov

Územná jednotka	Koeficient mikroklimatickej funkcie prvku = K_{MF}	Výmera v ha	Koeficient mikroklimatickej funkcie územnej jednotky = k_{mfi}
Lesy, botanická záhrada, ...	1,20	400	0,74
Zastavané areály s prevahou spevnených plôch	0,80	50	0,06
Zastavané areály s podielom drevinovej vegetácie ...	0,90	50	0,07
Rodinné domy so záhradami	1,00	50	0,08
Záhradkárske a chatové osady, ...	1,10	100	0,17
spolu		650	1,12

Po aplikácii koeficientu mikroklimatickej funkcie pre územie s vysokým podielom mikroklimaticky aktívnych povrchov a s nízkou intenzitou využívania územia vidíme, že prišlo k zníženiu priemernej ekologickej stopy z 3,60 gha na hodnotu 3,23 gha (3,60/1,12).

6.3 Postup výpočtu

Pri inovácii výpočtu ESt so zľadnením mikroklimatickej funkcie územia je potrebné zamyslieť sa nad hranicami mesta, nakoľko tieto budú mať zásadný význam pre samotný výpočet. Navrhujeme pristúpiť k výpočtu mikroklimatickej funkcie ekologickej stability územia mesta na základe zónovania územia, to znamená pri výpočte K_{MF} by sa alternatívne vzali do úvahy:

- administratívne hranice /kataster
- logické prírodné zázemie, napr. priestor, ktorý sa využíva na krátkodobú rekreáciu obyvateľstva, aj keď je za hranicou katastra napr. 5 km zóna okolo zastavaného územia

Krok 1: Získanie vstupných údajov - Spracovanie mapy podľa územných jednotiek súčasnej krajinnej štruktúry

Pri získaní potrebných vstupných údajov k výpočtu sa môže vychádzať z mapy súčasnej krajinnej štruktúry (SKŠ) s rozlíšením krajinných prvkov, prípadne z vektorizovanej ortofotomapy územia mesta. Identifikujú sa jednotlivé prvky krajinnej štruktúry. Pri zjednodušenom postupe je možné získať údaje z evidencie

kultúr Katastrálneho úradu a detailnú štruktúru zastavaného územia z evidencie mestského úradu, z územno-plánovacej dokumentácie a pod.

Krok 2: Mapovanie územných jednotiek, vytvorenie geodatabázy

Návrh územných jednotiek na základe podielu v % pokryvnosti mikroklimaticky aktívnych povrchov (pokryvnosti drevinovou vegetáciou) v urbanizovanej krajine (modelové územia Bratislava Karlova Ves) je v tabuľke č. 10 a v mapovej prílohe.

Na základe terénneho prieskumu je možné mapovať jednotlivé územné jednotky pomerne detailne, pričom sa údaje zapisujú do vytvorenej geodatabázy podľa nasledovných kritérií:

- Typ územnej jednotky
- Lokalizácia územnej jednotky
- Podiel ciest, zástavby, umelých nepriepustných plôch v % (len doplnkové)
- Podiel trávnatých plôch k plochám porastených drevinami v % (len doplnkové)
- **Celková pokryvnosť mikroklimaticky aktívnych povrchov v %**

Krok 3: Výpočet koeficientu mikroklimatickej funkcie

Pre výpočet koeficientu mikroklimatickej funkcie ekologickej stability územia mesta (K_{MF}) použijeme vzorec, uvedený v kapitole 6.2:

- priradíme jednotlivé koeficienty mikroklimatickej funkcie územných jednotiek záujmového územia (K_{MF}) k zisteným územným jednotkám,
- vynásobíme výmeru územných jednotiek vyčlenených na základe pokryvnosti drevinovou vegetáciou daným koeficientom a vydělíme celkovou plochou záujmového územia a tak získame k_{mfi}
- sčítame všetky čiastkové k_{mfi}

a následne vypočítame koeficient mikroklimatickej funkcie ekologickej stability územia mesta K_{MF}

Krok 4: Nový výpočet ekologickej stopy so zahrnutím nového indikátora

V súlade s kapitolou 6.2 je možné pomerne ľahko vypočítať nový indikátor ekologickej stopy so zahrnutím ekologickej stability do celkového výpočtu stopy:

$$Est \text{ mesta} = (Est \text{ potravín} + Est \text{ bývania} + Est \text{ dopravy} + Est \text{ tovarov}) / K_{MF}$$

7. Návrhy na zníženie ekologickej stopy v súvislosti so znížením negatívnych vplyvov klimatických zmien v mestách

V predchádzajúcich kapitolách sme sa snažili priblížiť problematiku klimatických zmien a ekologickej stopy ako aj ich vzájomný súvis a prepojenie. V súčasnosti je známych viacero iniciatív na európskej a národnej úrovni, ktoré by mali viesť k zníženiu skleníkových plynov. Je však mimoriadne naliehavé zmeniť negatívne trendy pri plánovaní a výstavbe miest (pozri závery z kapitoly 3.4) ale aj každodenné vzorce spotreby a správanie sa mestských obyvateľov. V tejto záverečnej kapitole prinášame konkrétne návrhy na zníženie ekologickej stopy a zároveň aj príspevok k zníženiu skleníkových plynov, ktoré majú priamy vplyv na klimatické zmeny.

Doprava

Sektor dopravy má veľkú spotrebu energie, čo znamená, že je zároveň aj veľkým zdrojom emisií skleníkových plynov.

Doprava sa na celkovej spotrebe energie podieľa jednou tretinou a emisie CO₂ z tohto sektora predstavujú takmer 25 % z celosvetových emisií. Okrem toho, doprava má však aj značný vplyv na životné prostredie a zdravie.

Návrhy na zníženie ekologickej stopy v oblasti dopravy:

Všeobecne:

- V mestách vypracovať a aplikovať Plán udržateľnej dopravy
- Efektívne prepravovať tovary (preprava po železnici a lodná doprava produkuje menej CO₂ ako kamiónová)
- V mestách aplikovať princípy udržateľného urbanizmu a polycentrického rozvoja, napr. podporovať zmiešané funkcie územia (vytváranie nových, len prevažne obytných štvrtí prináša veľké nároky na dopravu),
- podpora verejných dopravných prostriedkov a ich modernizácia,
- podpora alternatívnej (cyklickej a pešej) dopravy,
- technické zlepšenia pri konštruovaní automobilov, prechod na obnoviteľné zdroje (elektromobily, palivové články, vodíkom poháňané automobily) alebo s nižšou spotrebou,
- zavedenie vyšších daní v doprave, obmedzenie najvyššej povolenej rýchlosti, kontrola technického stavu vozidiel

Jednotlivci:

- Na dlhšie vzdialenosti využívať cestovanie vlakom (na jedného cestujúceho sa vyprodukuje 30x menej CO₂ ako pri ceste autom)
- Efektívnejšie využívať automobil -cestovať so spolujazdcami, jazdiť s primeranou rýchlosťou a limitovať používanie klimatizácie v aute, kontrola technického stavu vozidiel
- Na krátku vzdialenosť využívať bicyklovú a pešiu dopravu
- Telekonferencie a práca z domu (pokiaľ je to možné) môžu tiež prispieť k zníženiu objemu dopravy
- Pri kúpe výrobkov zohľadňujte a preferujte výrobky z miestnej produkcie, podporíte nielen miestnych producentov, ale aj obmedzíte dopravu tovaru (osobitne potravín)

Energetika, bývanie, tovary a služby, výživa

Energetika je najdôležitejším sektorom ovplyvňujúcim emisie skleníkových plynov. Z tohto dôvodu je potrebné sústrediť sa nielen na nové obnoviteľné zdroje energie, ale aj na úspory energie. V domácnostiach sa jedná hlavne o vykurovanie priestorov, zohrievanie vody a klimatizáciu.

Návrhy na zníženie ekologickej stopy v hore uvedených oblastiach:

- Nahradiť súčasný neefektívny systém využívania prírodných zdrojov založený na spaľovaní fosílnych palív ekologicky čistejšími obnoviteľnými zdrojmi ako sú biomasa, slnečná, veterná alebo vodná energia
- Ekonomika založená na energeticky vysoko-účinných technológiách môže taktiež výrazne znížiť spotrebu fosílnych palív (alternatívou ku klasickej výrobe elektrickej energie a výrobe tepla pre systémy diaľkového kúrenia je napr. kombinovaná výroba elektriny a tepla. Účinnosť premeny energie tu dosahuje až 90 %)
- Podpora energeticky pasívnych a nízkoenergetických domov a budov

Jednotlivci:

- Väčšina spotrebičov energie je dnes poznačená veľmi nízkou účinnosťou využitia energie -nové technológie a spotrebiče, ako napr. úsporné žiarovky (účinnosť až 80 %) môžu drasticky znížiť spotrebu energie
- Šetriť energiou a vodou (čistenie vody v čistiarňach si rovnako vyžaduje energiu) v domácnosti: zhasínanie svetiel, tesniace vodovodné kohútiky, uprednostňovanie sprchy pred kúpeľom, vypínanie spotrebičov aj kontrolných lampičiek)
- Pri nákupe spotrebičov uprednostňovať spotrebiče s nízkou spotrebou elektrickej energie
- Využívať solárne panely (napr. na ohrev vody) a iné obnoviteľné zdroje energie

- Dbáť na správne zateplenie obydľia a neprekurovať obytné miestnosti
- Nakupovať výrobky z miestnej produkcie a dbať aj na obal výrobku (recyklovateľný obal výrobku)
- Uprednostňovať zdravé potraviny, vypestované v organickom poľnohospodárstve (bez obsahu prírodu poškodzujúcich látok)
- Dôsledne separovať a recyklovať odpad (zníženie produkcie metánu na skládkach)
- Obmedziť konzumáciu mäsa

Zvyšovanie podielu vegetácie, sadenie stromov a využívanie vodného prvku v mestách, zalesňovanie a zvyšovanie retenčnej schopnosti územia

Les fixuje na každom štvorcovom kilometri 500 až 1000 ton uhlíka za rok. Samotným odlesňovaním sa uvoľňuje veľké množstvo uhlíka do ovzdušia, kde sa zlučuje s kyslíkom na oxid uhličitý - plyn, pričom sa uvoľňujú aj ďalšie dva dôležité skleníkové plyny - metán a oxid dusný. Vegetácia v mestách má osobitný význam, ktorý nepriamo vplýva aj na zníženie emisií CO₂, napr. ochladzovanie prostredia (zníženie nutnosti chladití za pomoci klimatizácie) zásadný vplyv na kvalitu prostredia (sťahovanie do predmestí z dôvodu nevhodného prostredia v centrách miest vyvoláva neúmerný rast miest a s tým súvisiaceho podielu dopravy) a i.

Návrhy na zníženie ekologickej stopy zníženie emisií (pozri aj kapitoly 3.3 a 3.4):

- Výsadba stromov a primeraná starostlivosť a ochrana stromov v mestách
- Zvyšovanie podielu vegetácie (výsadba stromov do uličných stromoradií, na parkoviská, zelené stredové deliace pásy, využívanie aj tzv. alternatívnych druhov zelene: zelených striech, ktoré aj zachytávajú a spomaľujú odtok vody, ďalej popínavej, vertikálnej zelene a i.)
- Zalesňovanie, ochrana prírody a prírodných prvkov v meste a širšom okolí
- zvýšenie retenčnej schopnosti územia (zachytávanie dažďovej vody, zberné rigoly a zberné jazierka, ochrana mokradí a zavedenie integrovaného prírodného čistenia vody.

³⁶ Climate Change: The IPCC Response Strategies, IPCC, 1990

Zoznam použitej literatúry:

6.Environmental Action Plan

Climate Change, United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization

Environment programme, World Meteorological Organization, http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/

ESDP - European Spatial Development Perspective, Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union, European Communities, máj 1999, strana 10 a 11

European Common Indicators Project EUROCITIES/Ambiente Italia 27th August 2001

Godalming, United Kingdom, 41 pp.

Hrdina, V.: Polycentric Concept of settlement development and urban development in the Slovak republic, 2006, pp.10

IPCC, 2001: Climate change 2001, Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations

IPCC, 2003: The Regional Impacts of Climate Change, Chapter 5: Europe, Intergovernmental Panel on

Kepl, J.:Ekologicky viazaná tvorba, Vydavateľstvo STU v Bratislave, 2001

Krusche, M., Krusche, P., Althaus, D., Gabriel, I.: Oekologisches Bauen, Bauverlag, Gmbh, Wiesbaden und Berlin, 1990

Kuttler, W.: Stadtklima, online: [citované 16.9.2006]

Loh, J., Wackernagel, M.: The Living Planet Index, World Wide Fund For Nature, Panda House, 2004

Mathis, Wackernagel et all.: National Footprint and Biocapacity Accounts 2004: The underlying calculation method, October 17, 2004

Pado R.: Horúca planéta - globálne klimatické zmeny, Občianske združenie TATRY, Liptovský Mikuláš, Január 2003

Sabo, P. et all: Štúdia a návrh metodiky výpočtu nového indikátora ekologickej stopy miest v kontexte klimatickej zmeny, OZ Živá planéta, Piešťany 2005

Santa Monica Sustainable City Program, Redefining Progress, March 2004

Santa Monica's Ecological Footprint 1990- 2000 Environmental Programs Division

Správa IPPC (IPCC - združuje 2500 vedcov z viac ako 130 krajín. Skupina, ktorá pôsobí pri OSN od roku 1988, vydá tento rok ďalšie tri správy podrobnejšie popisujúce hrozby a možnosti boja proti zmenám klímy), február 2006

Reháčková T., Pauditšová E.: Hodnotenie biotopov v urbanizovanom území

Reháčková T., Pauditšová E.: Praktické skúsenosti s hodnotením mikroklimatickej funkcie vegetácie v urbánnom prostredí, 2006

The city as living Environment and driving force for development – discussion Paper for conference , 10. konferencia o mestskom a regionálnom výskume, UNECE Bratislava 2006

The use of Ecological Footprint and Biocapacity Analyses as Sustainability Indicators for Subnational Geographical Areas: A Recommended Way Forward, Final Report 27th August 2001

WWF: National Footprint 2005

Zelený balíček, REC Slovensko (použité materiály v kapitole 1)

Informácie z nasledovných web stránok:

<http://www.uni-duisburg-essen.de/imperia/md/content/geographie/klimatologie/kuttler2004b.pdf#search=%22Stadtklima%20%2B%20Kuttler%22>

<http://hdr.undp.org/hg>

www.RedefiningProgress.org

www.footprintnetwork.org

www.bestfoodforward.com

<http://hdr.undp.org/hg>

http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/649/file_1182/fr-1.1.2_revised-full_31-03-05.pdf

<http://www.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>

Použité skratky

WWF – World Wildlife Fund

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate change

ES_t – ekologická stopa

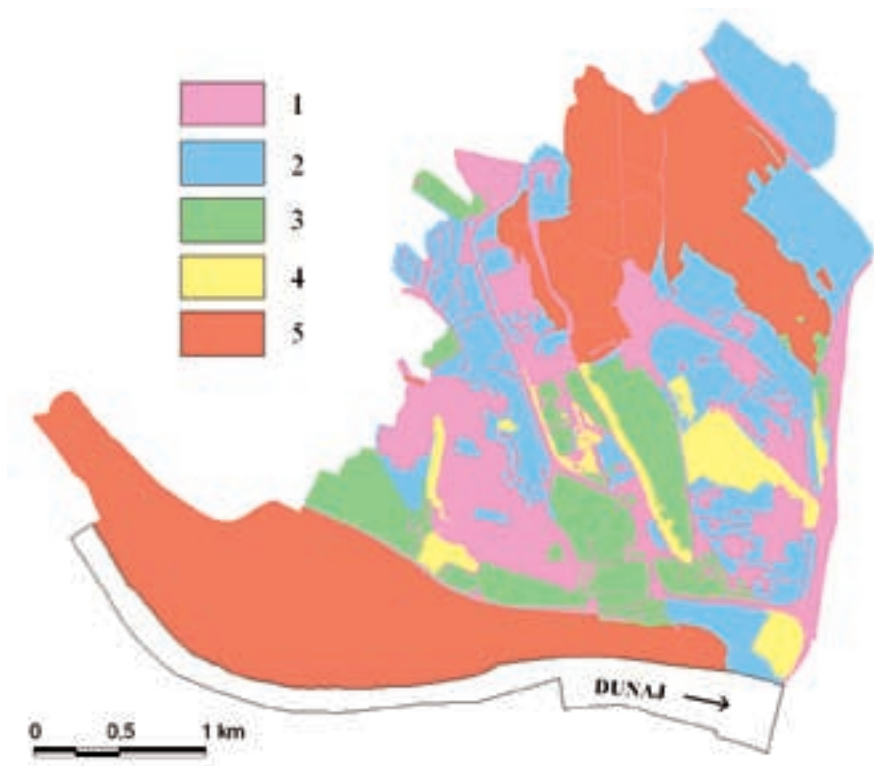
ES – ekologická stabilita

K_{MF} – koeficient mikroklimatickej funkcie záujmového územia

k_{mfi} – koeficient mikroklimatickej funkcie územných jednotiek záujmového územia

Prílohy

Priestorový priemet koeficientov mikroklimatickej funkcie v Karlovej Vsi - mestskej časti Bratislavy



Vysvetlivky:

1 – koeficient mikroklimatickej funkcie 0,8; 2 – koeficient mikroklimatickej funkcie 0,9; 3 – koeficient mikroklimatickej funkcie 1,0; 4 – koeficient mikroklimatickej funkcie 1,1; 5 – koeficient mikroklimatickej funkcie 1,2

Stručná informácia o REC

Regionálne environmentálne centrum pre krajiny strednej a východnej Európy (REC) je medzinárodná nezisková organizácia, ktorej činnosť sa zameriava na podporu aktivít, ktoré smerujú k zlepšeniu stavu životného prostredia v krajinách strednej a východnej Európy.

Poslaním REC je pomáhať krajinám strednej a východnej Európy riešiť problémy životného prostredia hlavne podporou spolupráce medzi environmentálnymi mimovládnyimi organizáciami, vládami a vládnymi inštitúciami, akademickými inštitúciami, samosprávami, podnikateľskou sférou a ďalšími environmentálnymi skupinami, a to predovšetkým prostredníctvom posilnenia výmeny a poskytovania informácií a podporou účasti verejnosti v rozhodovacích procesoch týkajúcich sa životného prostredia a udržateľného rozvoja.

REC Slovensko, ako mimovládna organizácia s medzinárodným prvkom registrovaná podľa zákona č. 116/1985 Zb. je súčasťou siete pracovísk REC v 16 krajinách strednej a východnej Európy a v Turecku. Od svojho založenia v roku 1992 úspešne spolupracuje so všetkými významnými skupinami spoločnosti, najmä však s environmentálnymi mimovládnyimi organizáciami, Ministerstvom životného prostredia SR, samosprávami a akademickými inštitúciami.

REC Slovensko si postupne vybudovalo vlastnú expertízu a spolupracuje s mnohými expertmi na realizácii projektov v oblasti trvalo udržateľného rozvoja na národnej, regionálnej a miestnej úrovni, ako aj v oblasti ochrany prírody a zachovaní biodiverzity v krajine a sídlach, trvalo udržateľného turizmu, environmentálnej výchovy a so zameraním na účasť verejnosti v hodnotiacich a rozhodovacích procesoch.

Najvýznamnejšie aktivity REC Slovensko

- Trvaloudržateľný rozvoj
- Ochrana prírody
- Tvorba a ochrana krajiny a životného prostredia v sídlach



REGIONÁLNE ENVIRONMENTÁLNE CENTRUM
pre krajiny strednej a východnej Európy
REC Slovensko



MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY