

plinovodnega omrežja in daljinskega ogrevanja močno zmanjšal delež individualnih kurišč, prav tako so se z uporabo ekološko manj oporečnih kuriv (uvožen premog) v TE – TOL opazno zmanjšale količine omenjenih tradicionalnih polutantov. Pričakovati je, da se bo ta ugodni trend nadaljeval tudi v prihodnje, bistveni kvalitativni preskok pa bo leta 2004, ko naj bi, zaradi iztekajoče se obratovalne dobe obeh kotlov, TE – TOL prešla na uporabo plina. Vzporedno z zmanjševanjem emisij je opazna tudi boljša kvaliteta zraka, mejne imisij-ske vrednosti so dosežene ali presežene le izjemoma (pri kurjenju trboveljskega premoga v TE – TOL in ob večdnevni inverziji). Zaskrbljujoče pa je naraščanje koncentracij CO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> v ljubljanskem ozračju. Manjši delež povečanja teh emisij gre pripisati TE – TOL, kjer se pri uporabi uvoženega premoga tvori več NO<sub>x</sub>, največ pa jih prispevajo prometni viri. Trendi so zelo neugodni in tudi v prihodnje se brez potrebnih ukrepov ne bodo izboljšali. S povečanimi količinami emisij NO<sub>x</sub> je povezano tudi nastajanje sekundarnega polutanta (ozona), ki negativno vpliva na žive organizme predvsem v topli polovici leta.

S prekomerno prometno obremenjenostjo mesta prihajajo vedno bolj v ospredje tudi negativni vplivi prometnega onesnaževanja zraka. Zaradi neprilagojenega uličnega sistema je najbolj obremenjeno mestno središče, ekološko nesprejemljiva je tudi velika obremenjenost vpadnic (neposredno sredi bivalnega okolja), medtem ko je povečano število vozil na zahodni in delu severne obvoznice za mestno okolje pozitivno. Hitro naraščanje prometne obremenjenosti ljubljanskih ulic z osebnimi avtomobili postaja za mesto pereč problem. S tega zornega kota je zato zanimiv podatek, da ima kar 90 % Ljubljančanov manj kot 500 metrov (po tujih izkušnjah je to še optimalna oddaljenost) do najbližje postaje mestnega potniškega prometa in da se število potnikov, ki uporabljajo javna prevozna sredstva, celo zmanjšuje. Slabše pa je stanje z vidika hitrosti in časovne usklajenosti javnega mestnega prometa s potrebami različnih skupin prebivalstva.

Stari in tehnično neprimerni avtobusi mestnega prometa so tudi izvor prekomerne hrupne obremenjenosti tistih ulic, kjer je njihova frekvenca večja. Predvsem velja to za Šiško (Remiza – jutranje ure). Glede na zakonske normative je hrupna obremenjenost prevelika tudi v neposredni bližini zdravstvenih ustanov, ob nekaterih šolah in vrtcih.

Centralni vodovodni sistem oskrbuje s pitno vodo 97 % objektov v mestu. Ta v glavnem v vodarni ustreza osnovnim zahtevam in normativom, kar pa ne velja tudi za vse uporabnike. Tu je namreč pitna voda lahko slabša, kar je odvisno od kvalitete vodovodnih cevi, njihovega vzdrževanja in materiala. Ob napakah v vodovodni napeljavi prihaja do povišane koncentracije svinca ali do mikrobiološke onesnaženosti. Le tri četrtine mestnih zgradb odvaja odpadne vode v javno kanalizacijsko omrežje, skupna dnevna obremenitev okolja z odpadnimi vodami doseže kar 830.000 PE. Večina jih odteče na centralno čistilno napravo, ki pa ima le mehansko čiščenje. Neustrezno prečiščena voda tako močno obremeni Ljubljanico in naprej še Savo. Največjo aktualno nevarnost za podtalnico ljubljanskega polja predstavlja kmetijstvo (pesticidi, gnojenje), potencialno pa točkovni viri onesnaževanja (odlagališča odpadkov, naftni derivati, zbiralniki goriv, nesreče itd.).

Ljubljana ima v povprečju dovolj zelenih površin, predvsem naravnih (Rožnik, Golovec...), ki zvišujejo kvaliteto bivalnega okolja. Primanjkuje pa tipičnih mestnih zelenih površin (parki, urejene peš in kolesarske poti), ki so namenjene sprehodom, rekreaciji, oddihu in ne le ugodnim estetskim občutkom ob njihovem opazovanju iz primerne razdalje.

## REGIONALNA VLOGA IN POKRAJINSKA OBREMENJENOST TALNE VODE LJUBLJANSKEGA POLJA

VALENTINA BREČKO GRUBAR, SIMON KUŠAR, DUŠAN PLUT



Odpadki na območju podtalnice na ljubljanskem polju (fotografija S. Kušar)

Bogate zaloge podtalnice v neposredni bližini in celo pod precejšnjim delom Ljubljane, ki so ocenjene na 100 milijonov m<sup>3</sup> oziroma dinamične zaloge na okoli 2 m<sup>3</sup>/s, predstavljajo naravni vir regionalnega pomena. Sto let po ustanovitvi centralnega vodovodnega sistema je namreč še vedno najpomembnejši vir pitne vode za oskrbo Ljubljane podtalnica ljubljanskega polja, ki zagotavlja 90 % potrebne količine in jo pridobivajo v štirih črpališčih: Kleče, Šentvid, Hrastje in Jarški prod. Prvi dve črpališči se nahajata na zahodnem delu ljubljanskega polja med strnjeno pozidanimi mestnimi površinami in Savo, črpališče Hrastje je v njegovem vzhodnem delu prav tako na desnem bregu Save, črpališče Jarški prod pa na levem bregu Save blizu Črnuč. Preostalih 10 % potrebne vode je načrpane v bližini naselja Brest iz vodonosnika Iškega vršaja, ki je bil v ljubljanski vodooskrbni sistem vključen v začetku osemdesetih let. Skupna zmogljivost črpališč je 2750 l/s, za nemoteno oskrbo pa je potrebno načrpati okoli 1500 l/s, to je okoli 135.000 m<sup>3</sup> dnevno oziroma 50 milijonov m<sup>3</sup> letno. Dejanske potrebe po pitni vodi so precej manjše od navedene količine, saj se, tako kot v večini vodooskrbnih sistemov v Sloveniji, tudi v ljubljanskem od 40 do 50 % načrpane vode izgubi

na poti od črpališč do porabnikov. Konec devetdesetih let je bilo, tako kot vsa leta pred tem, več kot 50 % vode načrpane v Klečah (črpališči Kleče I in II), dobra četrtina je pridobljena v Hrastju, 8 % v Šentvidu in manj kot 5 % na Jarškemrodu. V oskrbo sta bili do pred nekaj leti vključeni tudi črpališči v Črnučah in na Brodu, ki sta bili zaradi majhne zmogljivosti vodnjakov in manjših potreb opuščeni (Arhiv J. P. Vodovod – kanalizacija). Na območju mestne občine Ljubljana je bilo sredi devetdesetih let še 14 vodnjakov za prehrabeno industrijo, 32 vodnjakov za tehnološko vodo, 2 za požarno vodo in 60 za klimatske in hladilne naprave ter toplotne črpalke (Novi..., 1995).

### POKRAJINSKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA TALNE VODE

V primerjavi s številnimi drugimi območji talne vode v Sloveniji so naravne razmere (pogoji hranjenja in obnavljanja) na Ljubljanskem polju ocenjene kot ugodne, kar potrjuje tudi dobra kakovost vode (Brečko 1998). Globina do gladine podtalnice je večja v zahodnem delu Ljubljanskega polja in manjša v vzhodnem; tako v črpališču Kleče globina do srednje gladine podtalnice presega 20 metrov, v Hrastju je pod 15, na Jarškemrodu pa pod 10 metrov. Prevladujoča smer toka podtalnice je od severozahoda proti jugovzhodu oziroma vzhodu, kamor visi njena gladina, intenzivno dotekanje Save v podtalnico pa je ugotovljeno med Šmartnim in izlivom Gameljščice (Roje), usmerjeno je proti črpališču Kleče, ter med Ježico in Tomačevim, kjer se prenikajoča voda razteka jugovzhodno proti črpališču Hrastje in severovzhodno proti Jarškemurodu (Hidrološka..., 1992).

V devetdesetih letih so bile v vzorcih podtalnice Ljubljanskega polja najbolj opazne posledice industrijskega onesnaževanja okolja. V večini vzorcev so ugotovili povišane vsebnosti adsorbiranih organskih spojin (AOX), najvišje v črpališčih Hrastje in Jarški prod, v industrijskem vodnjaku Elok v Zalogu in v Rojah. Vsebnosti težkih kovin v podtalnici niso nikjer presegle dopustnih vrednosti, med njimi pa so bile višje vsebnosti bakra in svinca ugotovljene v Hrastju in na Jarškemrodu, trivalentnega kroma v Hrastju, Klečah, na Jarškemrodu ter v vodnjakih KOTO v Zalogu in Elok v Mostah, šestvalentnega kroma v Hrastju in Klečah, kadmija v vodnjaku Elok v Mostah ter niklja v vodnjaku Dekorativne in v Hrastju. Lahkohlapna organska topila so zasledili v večini vzorcev, vendar v zelo nizkih vrednostih, le v Hrastju je tetrakloretilen presegel dopustno vrednost. Mineralnih olj pri analiziranju niso zasledili. V podtalnici prav tako niso zasledili onesnaženja s komunalnimi odpadnimi vodami, saj so bili nitriti, amonij in ortofosfati povsod pod mejo določljivosti z analitsko metodo. Ostanki pesticidov so presegli mejno vrednost za posamezni pesticid (0,1 µg/l) v vzorcih iz črpališč Šentvid in Hrastje, iz vodnjakov KOTO Zalog in Dekorativna. Onesnaženje z nitrati na Ljubljanskem polju je bilo manj problematično in ga poročila o kakovosti vode zadnja leta ne izpostavljajo (Kakovost..., 1991–95; arhiv Hidrometeorološkega zavoda RS). Kljub navedenemu onesnaženju pa je podtalnica Ljubljanskega polja primerna za oskrbo s pitno vodo brez predhodne priprave vode.

### OKOLJSKI PRITISKI NA OBMOČJE TALNE VODE

#### Pokrajinska raba

Pritiski urbane in kmetijske rabe zemljišč ter onesnaženosti okolja so se od začetkov izkoriščanja zaloga podtalnice do danes povečevali in kljub omejitvam, ki jih predstavlja varovanje črpališč, tudi občasno že presegli zmoglosti samočiščenja. Na občutljivost okolja vodnega vira so opozorila tudi onesnaženja vode v črpališčih ob ekoloških nezgodah, npr. izlitjih goriv, požarih, okvarah pri odvajanju odpadnih vod itd.

Zaradi varovanja vodnega vira na Ljubljanskem polju je na precejšnjem delu površin mestne občine Ljubljana omejena raba zemljišč in širjenje mesta proti severu. Vsa črpališča podtalnice namreč obdaja poleg najožjega ali prvega varstvenega pasu, ki obsega od 10 do 50-metrski pas zemljišča okoli objektov črpališč, ta je v lasti upravljalca in namenjen izključno pridobivanju vode, še ožji ali drugi varstveni pas, katerega meje so določene glede na smer in hitrost dotekanja vode proti črpališču. Raba zemljišč je zelo omejena in naj bi zagotavljala varovanje črpališča pred neposrednim onesnaženjem. Priporoča se gozdna, neintenzivna kmetijska in rekreacijska raba zemljišč. Ožje varstvene pasove črpališč so na Ljubljanskem polju prvič določili leta 1955 (Ur. l. SRS, št. 3/55) in so bili odločilni za varovanje vodnega vira, ker so omejili širitev mesta v bližino črpališč. Približno eno desetletje so omejitve razmeroma dosledno upoštevali, po letu 1966 pa so dovolili gradnjo individualnih hiš in novih sosesk znotraj ožjega območja. Tako so nastali vzhodni del Savelj, južni del Kleč in del Tomačevega ter veliko novih hiš v vaseh severovzhodno od Hrastja. Nastala je tudi industrijska cona ob Letališki cesti. Kanalizacijsko omrežje se je širilo prepočasi, zato je bila večina novih hiš brez kanalizacijskega priključka (Breznik 1988).

Nov odlok o varstvenih pasovih je bil sprejet leta 1977 (Ur. l. SRS, št. 18/77). Najožji (prvi) in ožji (drugi) varstveni pas sta za črpališči Kleče in Šentvid ostala nespremenjena od leta 1955, za Hrastje pa se je ožji varstveni pas razširil do Tomačevega. S tem odlokom so bili varstveni pasovi določeni tudi za črpališči Jarški prod in Brest. Določili so še dva varstvena pasova: širšega (tretjega) in vplivnega (četrtga), ki sta obsegala površje, s katerega prenikajo ali dotekajo vode neposredno v podtalnico, in nista bila prednostno namenjena varovanju. Dovoljena je bila stanovanjska in druga gradnja s priključitvijo na kanalizacijo ter z zaščito pred pronicanjem škodljivih snovi v podtalnico. Četrty varstveni pas je obsegal večji del Ljubljanskega polja do Kosez na jugozahodu in na levem bregu Save do vzočja Šmarne gore, Straškega vrha in Soteškega hriba. Naslednji, prenovljen odlok o varstvu črpališč pitne vode je bil sprejet leta 1988 (Ur. l. SRS, št. 13/88). Z njim je bil najožji varstveni pas skrčen na območje vodarne, ožji (drugi) pas je ostal po obsegu približno enak prejšnjemu najožjemu in ožjemu, širši in vplivni varstveni pas pa sta bila združena v širši (tretji) varstveni pas z blagim režimom varovanja (Breznik 1988). Obseg ožjega varstvenega pasu za vodarno Kleče se je zmanjšal v smeri Vižmarij, na jugu proti industrijski coni in pri Ježici. Ožja varstvena pasova za črpališči Hrastje in Jarški prod sta se nekoliko zmanjšala na vzhodni strani, kjer so manjše površine vključili v tretji varstveni pas.

Današnji obseg najožjih in ožjih varstvenih pasov črpališč na Ljubljanskem polju, ki je prikazan tudi na karti, meri 1990 ha, skupaj s sklenjenim širšim varstvenim pasom pa presega 5500 ha površin, kar je 1000 ha manj, kot znaša obseg urbanih površin v občini Ljub-

ljana. To pomeni, da dobršen del mesta leži na varstvenem območju vodnega vira, ki ga oskrbuje. V rabi zemljišč na ožjih vodovarstvenih pasovih je konec devetdesetih let prevladovalo kmetijstvo s 1500 ha površin, gozd je pokrival 200 ha in pozidane površine 150 ha. Na širšem (tretjem) varstvenem pasu črpališč izrazito prevladujejo urbane površine z 2500 ha, kmetijskim površinam pripada manj kot 200 ha in 800 ha gozdnim, zelenim ter rekreacijskim površinam (Novi..., 1995; kartiranje rabe zemljišč, ki so ga opravili študenti Oddelka za geografijo, 1999).

Določitev varstvenih pasov in varstvenih pogojev pa še ne zagotavlja varnosti vodnega vira pred onesnaženjem. Meje varstvenih pasov so v neki meri kompromis med varovanjem vodnega vira in drugo rabo zemljišč, v primeru Ljubljanskega polja predvsem urbano. Širjenje mesta je tako doseglo meje varstvenih območij, določila varstvenega režima znotraj njih pa so bila pogosto kršena zaradi pomanjkljivega nadzora in neučinkovitega ukrepanja. Ob zahodni in južni meji (po določilih iz 1955. in 1977. leta zmanjšane) ožjega varstvenega pasu črpališč Šentvid in Kleče sta bili zgrajeni gorenjska avtocesta in severna mestna obvoznica, neprimerni sta lokaciji proizvodnih dejavnosti v Stegnah ter med gorenjsko in kamniško proggo, ki je v neposredni bližini črpališča Kleče, lokacija stanovanjske soseske Poljane, vojaških objektov v Šentvidu in še bi lahko naštevali. Na območju (prav tako zmanjšane) ožjega varstvenega pasu po določilih iz 1955. in 1977. leta) črpališča Hrastje pri Sneberjeh je zgrajeno vozlišče obvoznih cest, blizu je skladiščno-industrijska cona ob Letališki cesti in Blagovno-trgovinski center. Znotraj varstvenih območij ali v neposredni bližini so številne opuščene in neprimerno sanirane gramoznice (zelo obsežna pri Obrijah), zelo obremenjene prometnice, intenzivne kmetijske površine ter številne legalizirane in črne gradnje, ki niso oziroma nimajo možnosti priključitve na kanalizacijsko omrežje. Veliko potencialno nevarnost za onesnaženje črpališč predstavljajo številna divja odlagališča odpadkov, o katerih bo govora v nadaljevanju.

Med vsemi črpališči podtalnice na Ljubljanskem polju sta glede na lego, pogoje obnavljanja in vire onesnaževanja najbolj ranljivi Hrastje in Jarški prod (Brečko 1998). V smeri Hrastja doteka podtalnica iz zahodnega in srednjega, najgosteje pozidanega dela Ljubljanskega polja, preko katerega potekajo tudi odvodniki neprečiščenih odpadnih vod, v naseljih, ki ležijo v dotočni smeri podtalnice, je največ nelegalnih gradenj, tu so kmetijska živinorejska posestva, poleg tega so kmetijske površine v neposredni bližini črpališča v veliki meri namenjene pridelavi povrtnin. Črpališče na Jarškemrodu zaradi večje gozdnatosti in odmaknjenosti od naselij sicer manj ogrožata urbanizacija in kmetijstvo, v dotočni smeri podtalnice sta obrtno-industrijska cona Črnuče in Brod, so pa prav na tem območju najštevilnejša in največja divja odlagališča odpadkov (Kušar 2000).

### Neurejena odlagališča odpadkov

Neurejena odlagališča negativno vplivajo na vrsto pokrajinskih elementov in dejavnosti (Šebenik 1994). Onesnaženje podzemnih vod je ocenjeno kot ena glavnih možnih posledic neurejenih odlagališč odpadkov (Europe's..., 1998), saj slednja s podobnimi kemičnimi sestavinami kot industrija onesnažujejo podtalnico. Kolikšen del onesnaženja predstavljajo neurejena odlagališča odpadkov na Ljubljanskem polju in kolikšen del industrija oziroma

njeni odpadki, ni mogoče empirično natančno oceniti. Vsekakor pa zlasti divje odlaganje odpadkov v vodovarstvenih pasovih črpališč Ljubljanskega polja bistveno povečuje vodnoekološko tveganje in slabšanje kakovosti načrpane vode.

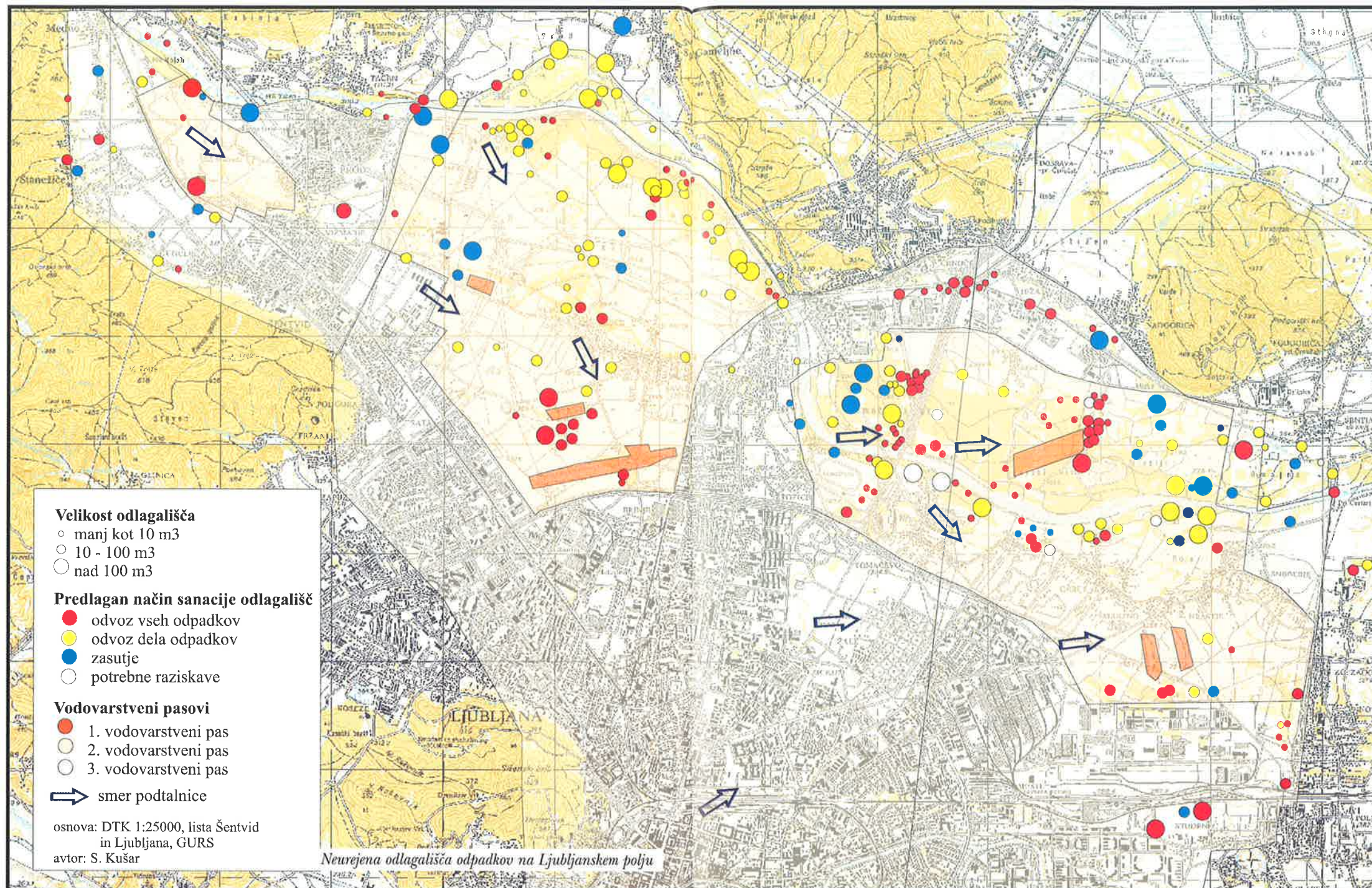
Rezultat sistematičnega geografskega terenskega pregleda odprtega sveta Ljubljanskega polja in kartiranja odlagališč odpadkov marca leta 2000 je kataster neurejenih odlagališč odpadkov, večjih od 1 m<sup>3</sup>. V katastru so zbrani podatki o 359 odlagališčih odpadkov. Čeprav so odlagališča točkasti onesnaževalec, prekrivajo 163.400 m<sup>2</sup> površine. Na njih je odloženo blizu 84.000 m<sup>3</sup> različnega odpadnega materiala. Prevladujeta izkopani material (46,6 %) in gradbeni odpadki (32 %). Na Ljubljanskem polju je odloženih 683 m<sup>3</sup> nevarnih odpadkov (0,8 %). Industrijski odpadki so na dveh odlagališčih (Kušar 2000).

V prvem varstvenem pasu, ki zajema najožjo okolico črpališča, odlagališča odpadkov zaradi ograjenosti niso bila kartirana. V ožjih varstvenih območjih je odlaganje odpadkov prepovedano, na kar opozarjajo table ob cestah, ki območja prečkajo. Toda na območjih drugega vodovarstvenega pasu črpališč pitne vode je bilo marca 2000 ugotovljenih 187 ali 52 % vseh odlagališč na Ljubljanskem polju.

Na drugem vodovarstvenem pasu črpališča Brod je pet odlagališč odpadkov. Na drugem vodovarstvenem pasu dveh črpališč, to je Šentvid in Kleče, slednje je najpomembnejše črpališče pitne vode za oskrbo Ljubljane, je 78 odlagališč odpadkov. Med njimi predstavljajo največje okoljsko tveganje odlagališča ob reki Savi, saj se za njih ocenjuje visok ali zelo visok pokrajinski vpliv na kakovost podtalnice. Ocena pokrajinskega vpliva na kakovost podtalnice je bila določena na podlagi vrednotenja izcednih voda, ki so odraz lastnosti odlagališč, in samočistilnih sposobnosti podtalnice (Kušar 2000). Onesnažena podtalnica potuje proti obema črpališčema pitne vode, vendar jo glavna smer podtalnice na Ljubljanskem polju odraja proti jugovzhodu. S tem je tveganje stika onesnažene vode s črpališčem manjše.

Območje drugega vodovarstvenega pasu črpališč Jarški prod in Hrastje je z odpadki najbolj obremenjeno. V ožjem vodovarstvenem pasu so 104 odlagališča. Večina odlagališč predstavlja visok pokrajinski vpliv na kakovost podtalnice. Zaradi severovzhodnega toka podtalnice in infiltracije iz reke Save (2.–3. kakovostni razred) je tveganje za onesnaženost načrpane vode zelo veliko.

Ugotovljeno je bilo, da bi za učinkovitejšo zaščito pred površinskim onesnaževanjem bilo treba divja odlagališča odstraniti (Brečko 1996). Za ohranitev regionalne vloge podtalnice na Ljubljanskem polju je prednostno potrebno sanirati odlagališča v neposredni bližini vseh črpališč pitne vode. Za ta odlagališča se predlaga odvoz vseh odpadkov. V naslednji stopnji naj bi se sanirala odlagališča ob reki Savi s posebnim poudarkom na odlagališčih Jarškega proda. Način sanacije obsega odvoz vseh odpadkov, odvoz dela odpadkov ali zasutje odlagališča. Določen je za vsako odlagališče posebej na podlagi lokacije odlagališča, sestave odpadkov in pokrajinskega vpliva na kakovost podtalnice (Kušar 2000). Hkrati s sanacijo je potrebno preprečiti nadaljevanje neurejenega odlaganja odpadkov. To bo doseženo le z ureditvijo sistema ravnanja z odpadki v občini Ljubljana. V vmesnem obdobju naj se določijo posamezne lokacije, t. i. »ekološke točke«, na katere bi bilo mogoče brezplačno pripeljati odpadni material različnega tipa, ki bi ga pooblaščen organizacije ustrezno obdelale.



**Vsebnost težkih kovin v prsti**

Z vidika regionalnega pomena Ljubljanskega polja lahko kot enega izmed pomembnih kazalcev zlasti potencialnega ogrožanja kakovosti talne vode, pa tudi kakovosti prsti za kmetijstvo in bivanje (sistem zgodnjega okoljskega opozarjanja), uporabimo geokemične karte pretežno antropogeno vnesenih kemičnih prvin. Zlasti povišane vsebnosti težkih kovin v površinski plasti prsti so primeren kazalec okoljskih pritiskov. Kemične analize vsebnosti kadmija, svinca, kroma, bakra in niklja v talni vodi Ljubljanskega polja v devetdesetih letih so bile v nekaterih vzorcih povišane. Zato so zelo dragoceni podatki iz Geokemičnega atlasa Ljubljane in okolice Inštituta za geologijo, geotehniko in geofiziko. Izdelan je bil s pomočjo analize 477 vzorcev prsti do globine 5 cm, z večjo zgostitvijo v pozidanem delu mesta in na površinah s povišanimi vsebnostmi težkih kovin (250 x 250 m) (Šajn et al. 1998).

Vsebnost kadmija (Cd) v površinski prsti Ljubljanskega polja je bila najvišja v širšem območju mestnega središča. Anomalija je segala od Celovške in Dunajske ceste na območje med Ljubljano in glavno železniško postajo in zajela skoraj celotni zahodni del industrijske cone Moste. Vsebnost Cd v vzorcih Ljubljanskega polja je v nekaterih vzorcih presežala vrednost 2 g/t. Najvišja (4,7 g/t) pa je bila na vzhodnem delu Javnih skladišč (BTC), okoli 1,5 km zahodno od črpališča Hrastje. Povišane vrednosti Cd v prsti so bile tudi ob Termoelektrarni – toplarni Ljubljana, v okolici papirnice v Vevčah in ob večjih prometnicah. V polmeru 1 km od črpališč so bile s Cd v povprečju najbolj obremenjene prsti na območju Kleč, sledilo je Hrastje, Jarški prod in Šentvid. Na območju treh črpališč so vsebnosti Cd v površinski prsti presegle 0,9 g/t in so bile najmanj 3-krat nad slovenskim povprečjem (Šajn et al. 1998).

Od vseh obravnavanih kemičnih prvin je bilo območje mesta Ljubljane in tudi Ljubljanskega polja najbolj obremenjeno s svincem (Pb), ki večinoma izvira iz prometa z motornimi vozili. Prva celovita raziskava geokemičnih lastnosti t. i. urbanih sedimentov (urbane prsti, cestni sedimenti, stanovanjski in podstrešni prah) v Sloveniji je pokazala, da so v Kopru in Ljubljani najvišje vsebnosti Pb v cestnem sedimentu (sedimenti pločnikov in cestnih robnikov) (Šajn 1999). V pozidanem območju Ljubljanskega polja (širše območje mestnega središča in Šiška) je bila vsebnost Pb v prsti nad 200 g/t, v nekaterih vzorcih celo nad 500 g/t. V bližini križišča Dunajske z Dimičevo cesto je bila vsebnost Pb v prsti najvišja, 1196 g/t oziroma 35-krat nad svetovnim in slovenskim povprečjem (34 oziroma 35 g/t). Bistveno povišane vsebnosti Pb so bile zabeležene tudi v zahodnem delu industrijske cone Moste, predvsem zaradi prometa s težkimi vozili. V polmeru 1 km od črpališč so bile najvišje vsebnosti Pb v površinski prsti ugotovljene na območju črpališča Kleče (nad 125 g/t) (Šajn et al. 1998).

Na območju Ljubljanskega polja so bile najvišje vsebnosti cinka (Zn) (nad 218 g/t) v prsti ugotovljene v mestnem območju in obsežnem območju Šiške, anomalija pa se je pojavila še v zahodnem delu industrijske cone Moste. Najvišja vsebnost Zn (3220 g/t oziroma več kot 30-krat nad svetovnim in slovenskim povprečjem) je bila ugotovljena na območju Agrostroja v Šiški (Šajn et al. 1998). V polmeru 1 km od črpališča so bile ponovno najvišje vsebnosti Zn ugotovljene pri črpališču Kleče.

Prsti mestnega središča in območja v smeri Most so bile najbolj obremenjene tudi z živim srebrom (Hg). Zanimivo je, da so bile visoke vsebnosti tudi v vzorcih prsti ob Ljubljani, posamezne visoke vsebnosti pa so bile ugotovljene tudi na območjih nekdanjih manj-

ših odlagališč (Šajn et al. 1998). Povišane vsebnosti bakra (Cu) v prsteh Ljubljane so predvsem posledica industrijskih emisij, možen vir pa so tudi promet, kmetijstvo (zaščitna sredstva) in gospodinjstva. Najvišja vsebnost Cu (589 g/t oziroma okoli 20-krat nad svetovnim povprečjem) je bila ugotovljena v vzorcu prsti sadovnjaka v bližini psihiatrične klinike v Polju (Šajn et al. 1998).

*Obremenjenost prsti Ljubljanskega polja in območja črpališč pitne vode s težkimi kovinami.*

Kemične prvine	Svetovno; slovensko povprečje	Ljubljansko polje	Črpališče Šentvid (r = 1 km)	Črpališče Kleče (r = 1 km)	Črpališče Jarški prod (r = 1 km)	Črpališče Hrastje (r = 1 km)
Kadmij (Cd) (g/t)	0,35; 0,4	1) > 0,9	1) 0,6–0,8 2) 0,4–0,6	1) 0,9 2) 0,6–0,8	1) > 0,9 2) 0,4–0,6	1) > 0,9 2) 0,6–0,8
Svinec (Pb) (g/t)	35; 34	1) > 125	1) 62–95 2) 30–41	1) > 125 2) 62–95	1) 62–95 2) < 30	1) 50–62 2) 41–50
Cink (Zn) (g/t)	90; 103	1) > 218	1) 129–180 2) 69–88	1) 180–218 2) 129–180	1) 129–180 2) 88–109	1) 129–180 2) 109–129
Živo srebro (Hg) (mg/t)	60; 160	1) > 560	1) 204–271 2) 160–204	1) 420–560 2) 204–271	1) 420–560 2) 116–160	1) 420–560 2) 204–271
Baker (Cu) (g/t)	30; 23	1) > 64	1) 50–64 2) 23–28	1) > 64 2) 28–34	1) 34–50 2) 28–34	1) 34–50 2) 28–34
Faktor 2* (v percentilih)		1) > 95	1) 70–90 2) 10–30	1) > 95 2) 70–90	1) 70–90 2) 10–30	1) 70–90 2) 50–70

Vir: Šajn et al., 1998.

1) = razred največje vsebnosti kemične prvine v obravnavanem območju;

2) = razred z največjim deležem površine v obravnavanem območju

\* faktor 2 sintezno ponazarja porazdelitev združbe kemičnih prvin Pb, Cu, Zn, Hg, Cd in P kot združbe antropogenega onesnaževanja

Prostorska razporeditev vsebnosti kadmija (Cd), svinca (Pb), živega srebra (Hg), bakra (Cu) in cinka (Zn) v prsti Ljubljanskega polja kaže, da vsebnosti ne sledijo litološki podlagi in tipom prsti. Izrazito povišane vrednosti je zaslediti v bližini velikih prometnic, križišč, industrijskih in energetskih objektov, odlagališč odpadkov, gospodinjstev in drugih manjših virov (Šajn et al. 1998). Prostorska razporeditev faktorja 2 analiziranih prsti Ljubljanskega polja (zajema pretežno antropogeno vnesene težke kovine Pb, Cu, Zn, Hg in Cd ter fosfor – P) opozarja na nekatera območja izrazito povišanih vsebnosti posameznih težkih kovin v

prsti, kar kaže na prisotnost zlasti zračnega obremenjevanja prsti nad celotnim območjem talne vode Ljubljanskega polja, vključno z območji vodovarstvenih pasov črpališč Šentvid, Kleče, Hrastje in Jarški prod.

Porazdelitev faktorja 2 (v percentilih) na območju talne vode Ljubljanskega polja kaže, da so z emisijami težkih kovin najbolj obremenjena pozidana in prometno obremenjena območja mestnega središča, prometne mestne vpadnice ter industrijska območja Šiške in Most (prevlada percentila > 95). Glede na ugotovljeno prisotnost težkih kovin v prsti pa je bilo med črpališči pitne vode Ljubljanskega polja najbolj obremenjeno (polmer 1 km) območje vodnooskrbno najpomembnejšega črpališča Kleče, sledilo je območje črpališča Hrastje ter območji Šentvida in Jarškega proda. Glede na pričakovane povečane cestnoprometne emisijske pritiske in gradnjo ljubljanskih cestnih obvoznic lahko pričakujemo zlasti povečane cestnoprometne emisijske pritiske na širše in ožje območje črpališča Hrastje, ki je drugi najpomembnejši vir oskrbe s pitno vodo.

Povišana vsebnost nekaterih težkih kovin v prsti ožjega in širšega območja Ljubljanskega polja ter prisotnost nevarnih snovi v številnih neurejenih odlagališčih ožjih vodovarstvenih območij pomenita potencialno grožnjo in okoljsko tveganje za oskrbo Ljubljane s kakovostno pitno vodo.

#### NEKATERE SMERNICE ZA IZBOLJŠANJE IN OHRANJANJE KAKOVOSTI TALNE VODE

- Prednostna obravnava pomena Ljubljanskega polja za oskrbo Ljubljane s pitno vodo, zlasti območij črpališč Kleče in Hrastje;
- ohranjanje obstoječega razmerja (že delno pokrajinskoekološko neugodnega z vidika vodne oskrbe) med pozidanimi, kmetijskimi in gozdnimi površinami;
- dosledno upoštevanje varstvenega režima znotraj ožjih varstvenih območij;
- delna ekstenzifikacija kmetijstva (npr. biološko kmetijstvo), preprečevanje nadaljnje pozidave ter izgradnja popolnega kanalizacijskega sistema, zlasti znotraj ožjih vodovarstvenih območij;
- omejitev in stalen nadzor obremenjevanja Ljubljanskega polja, tudi zunaj meja ožjih vodovarstvenih območij;
- upoštevanje različne pokrajinske občutljivosti ter lege črpališč (najbolj pokrajinsko ranjivi sta Hrastje in Jarški prod);
- omejitev emisij cestnega prometa in drugih virov težkih kovin v bližini črpališč (izstopajoča je obremenitev črpališča Kleče);
- prednostna sanacija neurejenih odlagališč odpadkov (187) ožjega varstvenega pasu črpališč.

## OKOLJSKI UČINKI INTENZIVNEGA KMETOVANJA V RASTLINJAKIH

IRENA REJEC BRANCELJ



*Rastlinjaki na Ljubljanskem barju (fotografija I. Rejec Brancelj).*

Bližina mesta tudi v kmetijskem gospodarjenju povzroči svojevrstno preobrazbo. Mesta so veliki porabniki sveže zelenjave in sadja, na drugi strani pa, zaradi vira dodatnih informacij, tudi močni vzpodbujevalci širjenja inovacij v kmetijstvu. Tako je tudi v zaledju slovenske prestolnice v zadnjih petih letih opaziti nov element v pokrajini – obsežne pokrite površine za zelenjadarsko in cvetličarsko pridelavo. Gojenje v rastlinjakih je primerno zlasti za zahtevne vrtnine in cvetje ter za pridelavo izven vegetacijskega obdobja. V bližini kmetij se te površine povečujejo, širi se pridelava v toplih gredah, tunelih, plastenjakih in steklenjakih. Za večino od njih je mogoče reči, da so zunanji znak razvojno perspektivnih kmetij, saj zahtevajo sorazmerno visoke finančne vložke oziroma začetni kapital, ki se povrne šele v nekaj letih. Zaradi intenzivnosti kmetovanja v njih pa zahtevajo visoko izobrazbeno raven, če naj bodo tudi ekonomsko učinkoviti. Pričujoči prispevek se bo osredotočil le na okoljske učinke tovrstne pridelave.

Kmetijsko obremenjevanje okolja je v zadnjem času deležno številnih raziskav. Njegovi učinki se delijo v dve veliki skupini: prvi so točkasti (hlevi s skladišči gnoja, silažni sok, far-