

PENGHUTANAN BANDAR DAN KESIHATAN EKOSISTEM LEMBANGAN: PENGALAMAN DARI ST HELENS, UNITED KINGDOM

*Noorazuan Md Hashim
Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan
43600, Universiti Kebangsaan Malaysia
Bangi, Selangor*

Abstrak

Sebelum Revolusi Industri pada abad ke-19, St Helens (yang terletak di tengah-tengah Lembangan Sankey) hanyalah sebuah perkampungan kecil di persimpangan jalan yang bersempadan dengan empat pekan kecil iaitu Windle, Sutton, Eccleston and Parr. Pembukaan terusan kapal dan perkembangan jaringan pengangkutan antara bandar Liverpool dan Manchester telah menambahkan lagi kawasan bandar di dalam Lembangan Sankey. Perubahan perilaku sungai akibat proses pembandaran sejak 200 tahun yang lampau telah menghasilkan gangguan terhadap kitaran hidrologi dan seterusnya mengakibatkan banjir kilat dan masalah pencemaran air. Bermula pada penghujung 1980-an, usaha menghijau, memulih dan mengubah landskap bandar kepada yang lebih mapan telah dilakukan secara komprehensif melalui kerjasama di antara kerajaan, pihak swasta dan orang tempatan. Bukti daripada kajian saintifik menunjukkan terdapat perubahan yang sangat ketara dari segi respons hidrologi di dalam lembangan. Tempoh masa antara 1987-1996 yang dikaitkan dengan tempoh kemuncak program penghijauan bandar St Helens menunjukkan keupayaan, kesihatan ekosistem dan daya pegas lembangan telah meningkat. Pendekatan tidak berstruktur dilihat berjaya meningkatkan kualiti persekitaran, khususnya kepada ciri kuantiti air serta kualitinya selepas tempoh sedekad. Fasa akhir pembandaran St Helens dilihat lebih dominan kepada proses rejuvenasi bandar berbanding dengan penambahan kawasan tepu bina bandar.

***Kata kunci:** Penghutanan bandar, analisis hidrograf, kesihatan ekosistem*

Abstract

Before the Industrial Revolution in the nineteenth century, St Helens (which is located at the centre of Sankey catchment) was only a small village located at the junction of the boundaries of four townships - Windle, Sutton, Eccleston and Parr. The opening of ship canals as well as the development of the transportation network between Liverpool and Manchester had also increased urban sprawl in the Sankey catchment. Alteration of the river characteristics as a result of urbanisation since 200 years ago has led to several hydrological changes and severe problems in urban catchments, such as water pollution and flash floods. Since the late 1980s, urban renewal programmes have been implemented in the Sankey catchment by various agencies, focusing the urban greening effort on Sankey's river corridor and also upgrading the derelict and 'brownfields' land. It is evident that the Sankey catchment has had differences in hydrological responses over

time. The most significant finding is the change of flow characteristics between 1987 and 1996. The 1987-1996 period showed how the succession of urban renewal programmes increased the health of the catchment's ecosystem. Non-structural measures such as public-private cooperation with public participation in the urban regeneration programmes of the Sankey catchment, especially in the St Helens has proved that it succeeded in improving the urban water quantity characteristics as well as water quality within a decade. The late urbanisation stage in Sankey shows a dominance of reconstruction or redevelopment of the urban area rather than the increase in urban imperviousness.

Keywords: *Urban greening, hidrograph analysis, ecosystem health*

PENDAHULUAN

Lembangan Saliran Sg. Sankey (154 km²) yang terletak di dalam Lembangan Luas Sg. Mersey, Baratlaut England, merupakan lembangan bandar yang paling tercemar dari segi kualiti airnya akibat proses perbandaran dan perindustrian sejak 200 tahun yang lepas. Lembangan ini pernah dirujuk sebagai yang paling kotor dan tercemar di Eropah pada tahun 1970an (Tippett 2001). Namun, bermula tahun 1980-an, usaha memulihara ekosistem lembangan berkenaan telah dilakukan dengan kerjasama pihak kerajaan tempatan, badan bukan kerajaan dan juga pihak awam menerusi Kempen Lembangan Luas Sg. Mersey (Greenwood 1999).

Makalah ini memberi perhatian terhadap kesan penghutan dan pemuliharaan bandar yang dilakukan bermula pada lewat 1980-an terhadap ciri atau perilaku luahan sungai menerusi analisis hidrograf sungai. Dua tempoh kajian dipilih, iaitu (i) tempoh 1977-1986 yang dilihat sebagai fasa rebakan bandar – tempoh masa di mana berlakunya pertambahan penduduk serta kawasan tepubina bandar, (ii) tempoh 1987-1996 yang dirujuk sebagai tempoh rejuvenasi, pemuliharaan dan penghijauan bandar menerusi program pemulihan semula bandar berdasarkan prinsip-prinsip pembangunan lestari.

ULASAN LITERATUR

Douglas (1983) dalam memperihalkan hubungan perbandaran dengan perubahan guna tanah, telah membahagikan fasa bandar kepada empat kategori (Jadual 1). Beliau menjelaskan fasa pertengahan-awal bandar adalah yang paling signifikan memberikan

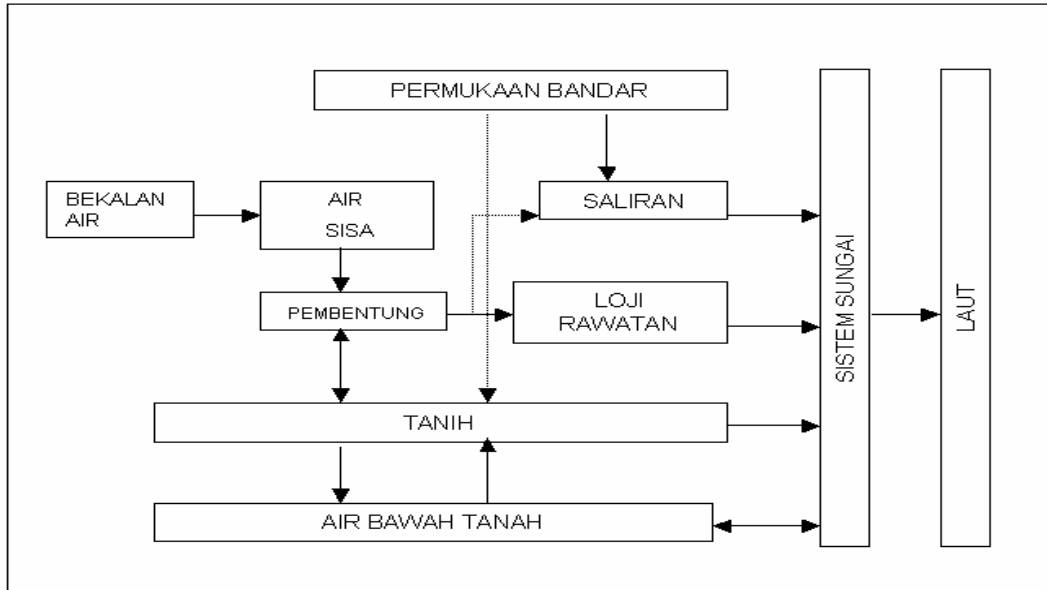
impak negatif kepada ekosistem bandar, khususnya kitaran hidrologinya. Dengan mengambil contoh Bandaraya Kuala Lumpur dan Manchester City, beliau berpendapat di antara impak pembandaran terhadap kitaran hidrologi termasuklah peningkatan air larian permukaan bandar, kadangkala dirujuk sebagai air ribut bandar (DID 2000; Noorazuan 2003) dan juga perubahan frekuensi dan magnitud luahan sungai.

Jadual 1 Fasa bandar dan hubungan keadaan guna tanah semasa

Fasa bandar	Guna tanah
Awalan	Litupan semulajadi
Pertengahan-awal	Pembangunan bandar (aktif)
Pertengahan-akhir	Separa bandar
Akhir	Bandar (stabil)

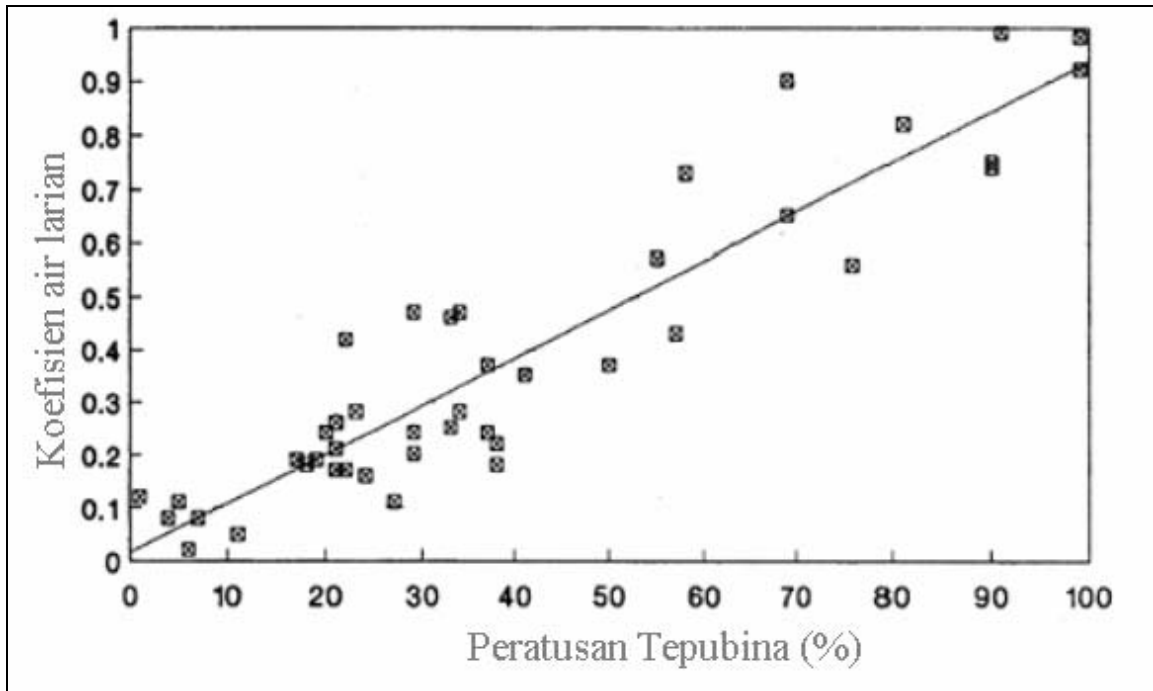
Sumber: Douglas (1983)

Dari aspek hidrologi bandar, fasa awalan pembandaran hanyalah melibatkan ‘gangguan’ hidrologi seperti aspek bekalan dan permintaan air (Rajah 1). Namun, setelah pembangunan bandar sudah mencapai klimaks, gangguan tambahan akan terbit daripada komponen air sisa dan saluran bandar – yang seterusnya mengurangkan lagi daya pegas lembangan untuk mengekalkan keseimbangan dalam kitaran hidrologinya. Pertambahan tepu bina dan permukaan bandar akan menambahkan lagi ketidakseimbangan hidrologi sehinggakan membawa kepada bencana sekitaran seperti banjir kilat di kawasan yang bertopografi rendah (Noorazuan 2003; Lazaro 1990) dan juga di kawasan densiti saluran yang tidak padat (Acreman 2000; Bedient & Huber 1988; Hall 1984).



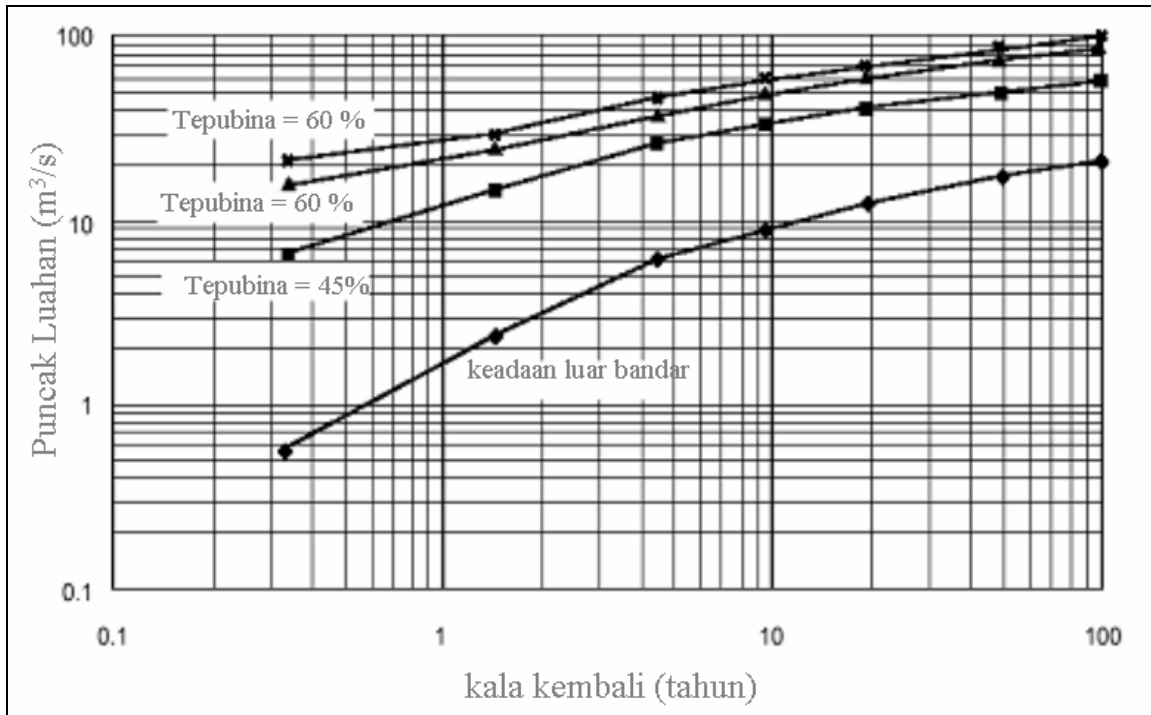
Rajah 1 Kitaran hidrologi yang terganggu (Hall 1984)

Ketidaktelapan permukaan bandar boleh mengakibatkan pertambahan isipadu aliran cepat (*direct flow*) dan mengubah entiti hidrograf sesebuah lembangan, terutamanya kepada komponen masa memuncak, susulan dan nilai puncak luahan hidrograf. Tepu bina bandar juga merupakan parameter penting di dalam meramalkan keadaan hidrograf luahan sungai, terutamanya di lembangan bandar (Bedient & Huber 1988). Schueler (1994), salah seorang penyelidik hidrologi bandar terkemuka dunia dan juga pengarah Pusat Kajian Lembangan yang berpusat di Maryland, Amerika Syarikat, telah memodelkan pertalian antara tepu bina bandar kesihatan ekosistem sesebuah lembangan saluran.



Rajah 2 Hubungan di antara koefisien air larian dengan peratusan tepu bina oleh Schueler (1994)

Schueler menjelaskan bahawa pertambahan sebanyak 10 peratus kawasan tepu bina di dalam lembangan saliran mampu membawa natijah negatif kepada keupayaan lembangan untuk memelihara keseimbangan ekosistem. Hasil dapatan kajian Schueler juga dapat dizahirkan dengan melihat pertalian yang berkorelasi tinggi di antara koefisien air larian dan peratusan tepu bina (Rajah 2). Dari aspek perubahan perilaku luahan sungai, kajian oleh Ladson (2004) benar-benar menunjukkan keupayaan tepu bina dalam meningkatkan nilai puncak luahan di dalam kala kembali di antara 3 bulan sehingga setahun (Rajah 3). Didapati peningkatan sebanyak 60 peratus daripada jumlah kawasan tepu bina dalam lembangan akan meningkatkan sebanyak 10 kali ganda nilai puncak luahan. Hal ini sudah pasti boleh dikaitkan dengan pertambahan frekuensi dan kejadian banjir kilat di kawasan tersebut.



Rajah 3. Kesan pembandaran terhadap perubahan keluk frekuensi banjir (Ladson 2004)

Kajian hidrologi-mikro telah membuktikan keupayaan litupan tumbuh-tumbuhan untuk mengurangkan impak tepu bina dan ketidaktelapan bandar. Kajian terkini mendapati lembangan bandar yang mempunyai ketidaktelapan bandar di antara 11-25 peratus masih boleh dirawat dan dipulihkan untuk mempertingkatkan prestasi perkhidmatan ekosistem menerusi program pemuliharaan bandar (Schueler 2002; Noorazuan 2006; NEMO 2000; Barnes, Morgan & Roberge 2001).

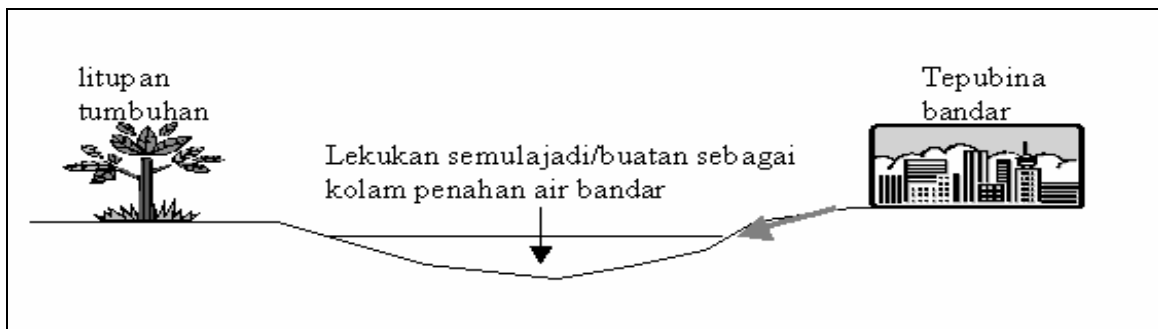
Pertambahan kawasan hijau sudah pasti menambahkan lagi proses sejatpeluhan dan pintasan oleh kanopi tumbuhan (De Roo et al. 2001). Kajian-kajian perhutanan di kawasan tropika dan iklim sederhana telah menunjukkan kerelevanan proses pintasan dan sejatpeluhan dalam mengawal isipadu luahan, dengan mengurang serta melambatkan masa susupan air ke dalam tanah (Lai & Osman 1989; Manokaran 1979; Bruijnzeel 1990; Smith 1981). Walaupun nilai peratusan sejatpeluhan dan pintasan adalah rendah (Jadual 2) berbanding dengan jatuhan langsung dan aliran terus ke permukaan, namun proses berkenaan sangat penting dalam mengimbangi kitaran hidrologi-mikro.

Jadual 2 Contoh peratusan pintasan air hujan, jatuhan langsung dan aliran batang berdasarkan kepada pokok jenis *Acacia Mangium*

Umur (Bulan)	Jarak	Pintasan (%)	Jatuhan Langsung (%)	Aliran Batang (%)
56	3m x 3m	35.4	61.5	3.6
62	2.4m x 2.4m	39.3	56.5	4.3

Sumber: Lai & Osman (1989)

Seperkara lagi ialah berkaitan dengan aspek jasad air dan topografi berlekuk yang sangat dominan dalam mengurangkan aliran di permukaan serta disifatkan sebagai kolam tahanan serta kolam takungan air sementara (DID 2000; Lazaro 1990). Dari aspek pengurusan amalan terbaik, jasad air dan topografi berlekuk boleh mengurangkan puncak banjir serta melambatkan pergerakan air ke salur utama (Rajah 4).

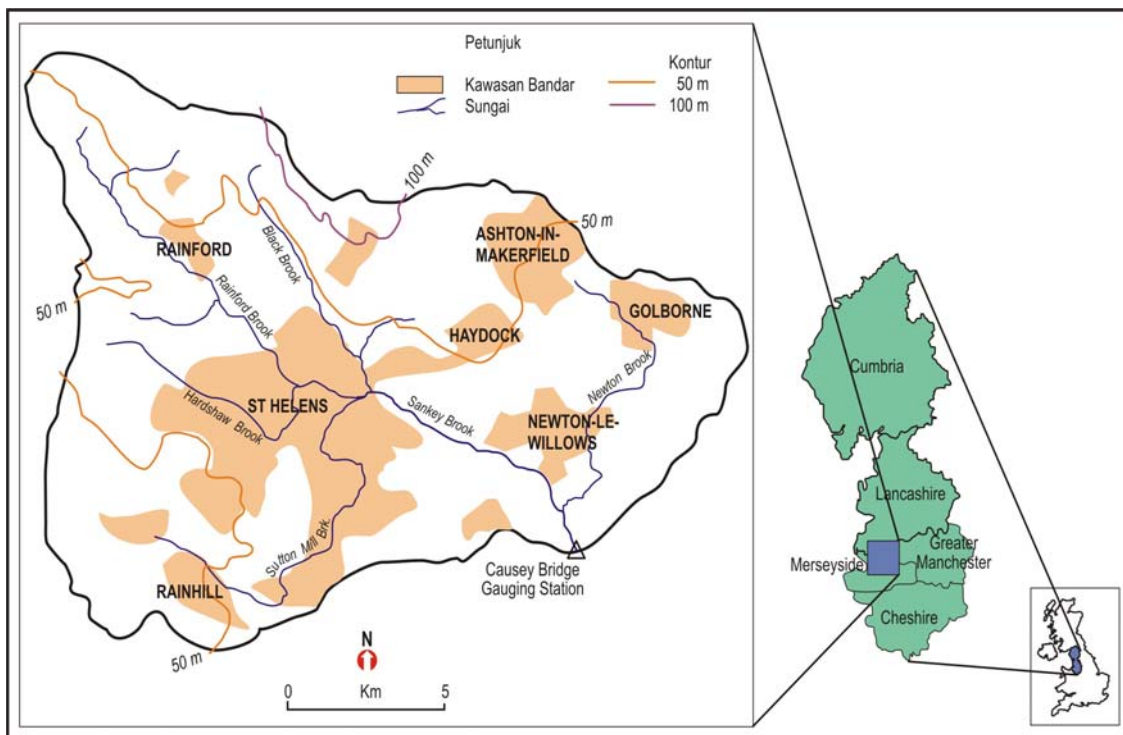


Rajah 4 Lekukan semulajadi atau buatan boleh dijadikan sebagai kolam penahan air bandar

Kesemua kerangka konseptual dan teori yang diketengahkan adalah sangat relevan dengan perbincangan di dalam makalah ini. Perbincangan seterusnya akan mengupas sejauhmanakah konsep penghijauan bandar dan pemulihan semula bandar dapat mengurangkan impak sekitaran serta menstabilkan kitaran semula jadi di dalam ekosistem lembangan saliran.

KAWASAN DAN KAEDAH KAJIAN

Kajian kes di Sankey (Rajah 5) sangat menarik untuk dibincangkan dalam konteks perubahan kesihatan ekosistem lembangan saliran. Bandaraya St Helens merupakan bandar terbesar di dalam lembangan tersebut. Oleh kerana St Helens adalah bandar perindustrian sejak revolusi industri, ia telah meninggalkan kesan negatif terhadap persekitaran fizikal lembangan, khususnya terhadap kualiti dan kuantiti air sungai.

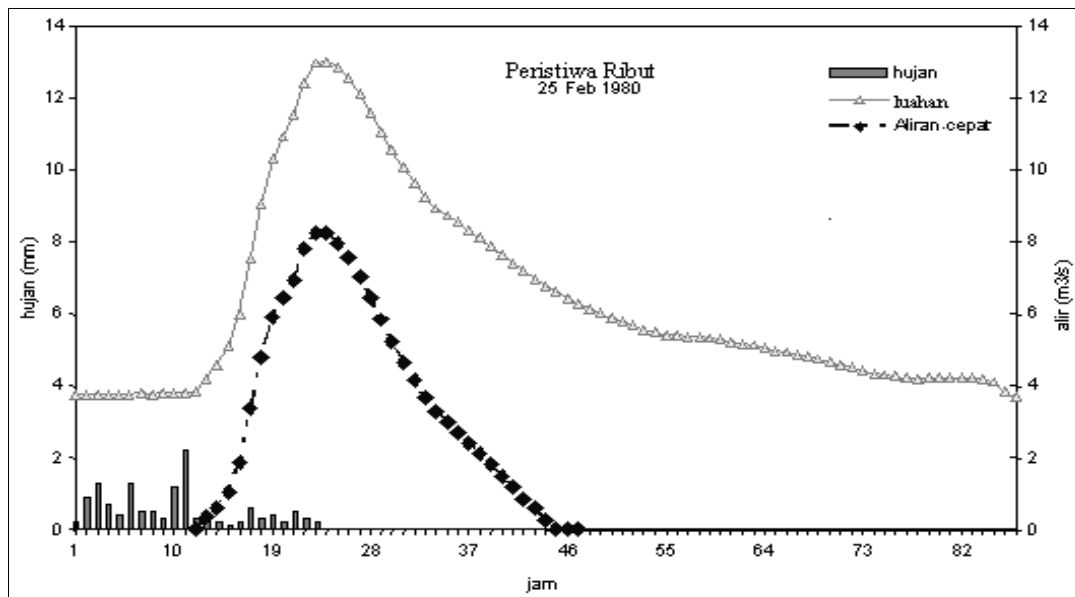


Rajah 5 Kedudukan Bandar St Helens dalam Lembangan Sankey

Pembangunan selepas pasca-perindustrian di Lembangan Sankey boleh dibahagikan kepada dua fasa: fasa rebakan bandar (*urban sprawl*) pada tahun 1977-1986 dan fasa pemulihan bandar (*urban renewal*) pada tahun 1987-1996 di mana kawasan bandar hantu yang ditinggalkan sepi akibat kejatuhan industri gelas dan pembuatan kaca di England telah dibangunkan secara pendekatan pembangunan mapan (Ling 2000; Ravenhead Renaissance 2004).

Data luahan (1977-2001) dari Stesen Luahan di Jambatan Causey (Rujukan Stesen *National River Flow Archive* atau NRFA: 69030: OS Grid (x,y) 358854, 392185) telah digunakan dalam kajian ini. Sebanyak 20 peristiwa hujan ribut tunggal telah dipilih

yang mewakili dua tempoh yang berbeza. Kaedah pemisahan hidrograf Hewlett & Hibbert telah digunakan dalam kajian ini dengan mengandaikan peningkatan aliran dasar sebanyak $0.085 \text{ m}^3/\text{s}$ sejam (Bidin & Greer 1997; Chow et al. 1988). Rajah 6 menunjukkan contoh hidrograf ribut yang dipilih untuk kajian ini. Parameter-parameter hidrograf seperti masa ke puncak, masa susulan, hujan efektif, masa dasar, puncak luahan dan aliran cepat digunakan bagi mengenalpasti perubahan hidrograf dalam kedua-dua tempoh berbeza.

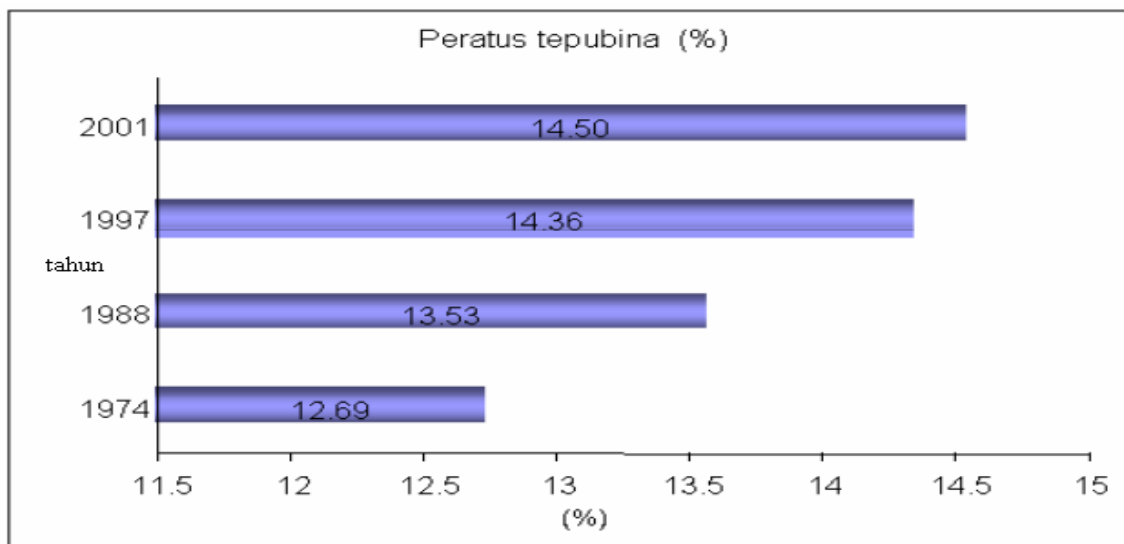


Rajah 4 Contoh hasil pemisahan hidrograf menerusi kaedah Hewlett & Hibbert

Selain maklumat hidrologi, maklumat guna tanah juga telah dikutip bagi melihat perubahan khususnya kepada kawasan bandar di antara tahun 1974 hinggalah 2001. Peta guna tanah *OS Landranger* dan peta digital *OS Mastermap* telah digunakan bagi menghasilkan satu set lapisan peta digital di dalam persekitaran *GIS Arcview*. Suatu kajian temu bual di kalangan pihak yang terlibat dengan program penghijauan bandar St Helens telah dilakukan pada bulan Ogos 2003 di pejabat St Helens Metropolitan Borough Council, pejabat urusan Mersey Basion Campaign di Merseyside, dan juga lawatan tapak di sekitar Lembangan Sankey pada musim panas tahun yang sama.

HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Kajian Noorazuan (2006) mendapati Lembangan Sankey telah mengalami peningkatan peratus tepu bina bandar semasa tempoh rebakan bandar (1977-1986) berbanding dengan tempoh pemulihan semula bandar (1987-1996). Dengan menggunakan siri peta-peta guna tanah OS Landranger dan peta digital OS Mastermap dari tahun 1974 sehingga 2001, kawasan tepu bina bandar lembangan tersebut adalah sebanyak 13.5 peratus pada tahun 1986. Namun, selepas itu, proses pemulihan bandar termasuk memulih semula kawasan bekas lombong dan peninggalan tapak-tapak industri telah mengubah landskap bandar berkenaan kepada yang lebih hijau dan bersifat mesra alam.



Rajah 5 Perubahan tepu bina di Lembangan Sankey (Noorazuan 2006)

Program seperti '*wasteland to woodland*' dan '*brownfield to greenfield*' yang dilakukan secara perkongsian bijak di antara agensi kerajaan dan pihak penduduk St Helens berjaya mengubah persekitaran fizikal bandar dan juga zon penampan sungai berkenaan. Semasa tempoh rebakan bandar, sebanyak 1500 hektar tanah terbiar dan tapak industri telah dimajukan sebagai kawasan hijau. Lebih kurang 600,000 batang pokok pelbagai jenis telah ditanam di dalam kawasan-kawasan *brownfields* (Rajah 5). Di antara jenis pokok yang ditanam termasuklah dari spesies tempatan seperti jenis Oak, Ash, Birch dan juga Scottish Pine (Rajah 6).



Rajah 6 Jenis-jenis pokok spesies tempatan yang ditanam termasuklah jenis Oak dan Ash

Respons hidrologi yang sangat ketara dapat dilihat di antara kedua-dua fasa berkenaan (Jadual 3). Dalam konteks ciri-ciri luahan, perubahan frekuensi dan magnitud puncak luahan adalah dapat dilihat dengan jelas, terutamanya nilai puncak yang melebihi $5.37 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Puncak luahan lebih kerap berlaku khususnya puncak luahan terendah fasa rebakan bandar (1977-1986). Fasa pemulihan bandar (1987-1996) telah berjaya mengurangkan frekuensi puncak luahan khususnya di dalam mengawal keadaan puncak luahan yang bermagnitud rendah.

Jadual 3 Frekuensi dan magnitud puncak luahan dalam dua fasa utama

Tahun	Bilangan hari puncak luahan melebihi nilai $0.84 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	Bilangan hari puncak luahan melebihi nilai $2.62 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	Bilangan hari puncak luahan melebihi nilai $5.37 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$	Bilangan hari puncak luahan melebihi nilai $8.54 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
1977-1986	797	501	293	151
1987-1996	753	482	288	155

Sumber: Noorazuan (2006)

Hasil kajian juga memperlihatkan nilai respons luahan yang lebih rendah dan terkawal semasa fasa pemulihan bandar (1987-1996). Bezantara nilai respons luahan di antara kedua-dua fasa adalah sebanyak 40 peratus. Pengurangan nilai respons luahan

semasa fasa pemulihan bandar (1987-1996) menunjukkan pertambahan daya pegas lembangan dan kesihatan ekosistem lembangan dalam menstabilkan keseimbangan dalam kitaran hidrologinya. Ujian statistik bukan parametrik Kruskal-Wallis telah membuktikan terdapat perbezaan signifikan dalam nilai respons luahan bagi kedua-dua fasa berkenaan. (Kruskal-Wallis test statistic = 3.57, dF =1, p = 0.06).

Jadual 4 Perubahan hidrograf (purata per setiap hujan-ribut tunggal) berdasarkan kepada 20 peristiwa ribut tunggal

Tempoh	Masa puncak (j)	Masa dasar (j)	Puncak luahan (m^3s^{-1})	Masa susul (j)	Hujan efektif (mm)	Aliran cepat (m^3s^{-1})	Koefisien air larian
1977-86	5.6	20.2	8.3	4.2	1.4	58.1	0.36
1987-96	6.0	14.5	6.2	5.2	0.8	35.7	0.29

Sumber: Noorazuan (2006)

Tempoh masa pemulihan bandar (1987-1996) juga telah membuktikan kesihatan ekosistem lembangan ‘semakin sihat’ berbanding dengan fasa rebakan bandar (1977-1986). Proses pemulihan bandar terbukti telah berjaya mengurangkan kesan negatif banjir dengan mengurangkan nilai puncak luahan sebanyak $2.1 m^3s^{-1}$. Malahan, hampir 40 peratus nilai komponen aliran cepat berjaya dikurangkan semasa proses pemulihan semula bandar. Hal ini bermaksud, lebih banyak isipadu hujan telah ‘diserap’ ke dalam lembangan atau disejatpeluhkan oleh litupan tumbuhan. Berdasarkan kepada hasil di atas, keupayaan dan kebolehan Lembangan Sankey untuk mengawal perilaku luahan sungai telah bertambah baik akibat daripada program pemulihan bandar yang dilakukan secara menyeluruh dan cekap.

RUMUSAN : IKTIBAR DARI SANKEY

Kajian ini mengesahkan tahap keterdedahan lembangan kepada bencana sekitaran oleh Model Schueler (Schueler 1994) akibat daripada peningkatan permukaan tepu bina bandar. Kajian ini membuktikan potensi pemuliharaan lembangan, sekiranya terdapat usaha-usaha yang berterusan dilakukan secara mampan dan mesra alam. Secara tidak langsung, kajian ini juga mendapati pendekatan tidak berstruktur boleh membuahkan hasil iaitu ia berjaya meningkatkan kualiti ekosistem lembangan. Adalah tidak

memeranjatkan pada tahun 2000, pihak pengurusan kempen pembersihan Lembangan Sg. Mersey (di mana lembangan Sankey adalah sebahagian darinya) telah mendapat pengiktirafan antarabangsa (*International River Prize for best management practices*) kerana usaha untuk meningkatkan kualiti ekosistem lembangan secara mampan (Tippett 2001).

Pada awal tahun 2000, satu lagi berita yang menarik tentang kejayaan kempen berkenaan iaitu didapati spesies ikan salmon telahpun membentuk habitat baru mereka di muara sungai berkenaan setelah hampir 35 tahun kehilangan habitat berkenaan akibat pencemaran air yang serius (Mersey Basin Campaign 2004). Kajian yang dilakukan ini juga menunjukkan satu lagi perspektif baru dalam kejayaan program pemulihan semula bandar iaitu petunjuk ciri-ciri luahan sungai: ke arah petanda yang semakin 'sihat' dan 'sejahtera'.

Adakah program pemulihan bandar yang dilakukan di Sankey dapat dijadikan contoh dan ikutan di Malaysia? Persoalan tersebut tidak dapat dijawab sekiranya tidak ada kerjasama yang erat di antara kerajaan dan juga penduduk setempat. Kajian Tippett (2001) mendapati aspek perkongsian bijak (*smart partnership*) di antara kerajaan-swastaworang awam menjadi asas kepada kejayaan program yang dijalankan di lembangan tersebut. Sebagai contoh, program '*wasteland to woodland*' dan '*brownfield to greenfield*' yang didokong hampir 90 peratus oleh pihak badan bukan kerajaan dan komuniti setempat berjaya mengubah beberapa premis dan tapak industri kepada kawasan rekreasi dan taman awam, khususnya di sekitaran bandar St Helens.

Adakah komuniti di Malaysia mempunyai kepekaan pemuliharaan persekitaran yang tinggi? Kepekaan terhadap pemuliharaan alam sekitaran harus memerlukan kefahaman yang mendalam (Ezrin 2000). Hasil kerja yang berdasarkan kepada faktor kepekaan tidak akan sama dengan hasil kerja yang dilakukan secara kebiasaan. Dalam konteks masyarakat Malaysia, kepekaan terhadap isu alam sekitar dan pembangunan sangat bergantung kepada sifat latarbelakang kebudayaan dan pendidikan masyarakat masing-masing. Sekiranya masyarakat itu sendiri tidak mengambil berat tentang pengurusan alam sekitar, maka bagaimana mungkin terjelmanya satu kaedah pembangunan yang seimbang di antara sektor ekonomi, sosial dan ekologi?

Dari aspek etika persekitaran, sukar dinilai sama ada masyarakat Malaysia mempunyai satu bentuk sistem nilai berhemah terhadap alam sekitar seperti yang telah ditunjuk oleh komuniti di Barat, khususnya warga St Helens. Walaupun belum ada analisis terperinci dijalankan terhadap kepekaan masyarakat di Malaysia terhadap pemuliharaan alam sekitar, namun beberapa kajian tempatan menunjukkan tahap kepekaan berubah-ubah mengikut kelas-kelas komuniti serta pengalaman yang dialami di dalam sesuatu masyarakat (Chan 2000; Jamaluddin & Nordin 1996). Sudah semestinya persepsi persekitaran yang ditanggapi oleh masyarakat terbandar berbeza dengan persepsi masyarakat desa akibat pengalaman yang berbeza.

KESIMPULAN

Dapatlah disimpulkan bahawa masyarakat Malaysia masih belum merasai tanggungjawab bersama dan berkongsi mengurus program yang berkaitan dengan isu pemuliharaan dan pemulihan bandar. Masyarakat tempatan seolah-olah tidak berminat untuk turut serta dalam urusan perancangan pembangunan di sesebuah tempat. Hal ini terbukti walaupun mereka mempunyai hak mutlak untuk berbuat demikian (khususnya di dalam kaedah *Environmental Impact Assessment* [EIA]), namun peluang tersebut tidak diambil dengan baik (Mansor Ibrahim 1998; Goh 1991). Inilah yang dirujuk oleh Chan (1997) sebagai '*public apathy*' yang dihidapi oleh masyarakat Malaysia di dalam aspek kepekaan persekitaran dan pemuliharaannya. Ketidakprihatinan masyarakat ke atas isu pemuliharaan dijadikan faktor utama bagi pihak penguasa di Malaysia tidak membentuk badan-badan bertanggungjawab dalam menangani permasalahan tersebut (etika perancangan selalunya sangat berkaitan dengan tahap kemampuan masyarakat dalam menilai sesuatu fenomena). Ketidakprihatinan masyarakat terhadap ekologi persekitaran juga melahirkan pihak penguasa yang tidak proaktif dalam mengawal kualiti persekitaran.

Rujukan

- Acreman, M. (pnyt). 2000. *The hydrology of the UK: A study of change*. Routledge. London.
- Barnes, K., Morgan, J. & Roberge, M. 2001. Impervious surfaces and the quality of natural and built environment. Kertas kerja dibentangkan di ASPRS 2001 Annual Convention, St Louis, MO, USA. 23-27 April.
- Bedient, P. & Huber, W. 1988. *Hydrology and floodplain analysis*. Massachusetts: Addison-Wesley Publ..
- Bidin, K., and Greer, T. 1997. A spreadsheet-based technique (Lotus 1-2-3) for separating tropical forest storm hydrographs using Hewlett and Hibbert's slope. *Earth Surface Processes and Landforms*. 22(13):1231-1237.
- Bruinjzeel, L.A. 1990. *Tropical moist forest: a state of knowledge review*. Paris: UNESCO.
- Chan, N.W. 1997. The role of public participation in averting environmental disasters in Malaysia: Some examples and observations. *Jurnal Pendidikan Tinggi*. Jilid 4 USM: Academic and Administrative Staff Association. Hlm. 49-60.
- Chan, N.W. 2000. Faktor paling signifikan terhadap keterukan subjektif impak banjir. Dlm Mohd Razali Agus Kuala Lumpur: Utusan Publ. Hlm: 249-261.
- Chan, N.W. & Parker, D. 2000. Aspek-aspek sosioekonomi bencana banjir di Semenanjung Malaysia. Dlm Mohd Razali Agus & Fashbir Noor Sidin. (pnyt). *Perbandaran dan perancangan persekitaran*. Kuala Lumpur: Utusan Publ. Hlm. 140-159.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., & Mays, L.W. 1988. *Applied hydrology*. Singapore: McGraw Hill Book Company.
- Cresser, M & Pugh, K. (pnyt.). 1996. *Multiple land use and catchment management*. Proceedings of an international conference. Aberdeen: Land Management & Environmental Sciences Research Centre.
- De Roo, A., Odijk, M., Schmuck, G., Koster, E & Lucieer, A. 2001. Assessing the effects of land use changes on floods in the Meuse and Oder Catchment. *Phys. Chem. Earth (B)*. 26, No 7-8: 593-599.
- DID 2000. *Urban stormwater management manual for Malaysia*. Malaysia: Department of Irrigation and Drainage..
- Douglas, I. 1983. *The urban environment*. Australia: Edward Arnold.
- Ezrin, A. 2000. Antara senibina moden Barat dengan senibina moden-tradisional. Dlm Ismail Hussein, A. Aziz Deraman dan Abd. Rahman Al-Ahmahadi. (pynt). *Tamadun Melayu (Jilid Lima)*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. Hlm. 2191-2213.
- Feng, G & Feng, Y. 2001. Heightening urban water supply capacity and reliability through reconstructing integrated regional water resources systems. *International Proceedings of Frontiers in urban water management: Deadlock or hope?* Paris: IHP-UNESCO CD-ROM Series No 2.
- Goh, B.L. 1991. Urban environmental management: A new challenge to local authorities in Malaysia. *Malaysian Journal of Tropical Geography*. 22(1): 9-17.
- Greenwood, E. 1999. *Ecology and landscape development: A history of the Mersey Basin*. Merseyside: Liverpool University Press.

- Handley, J. 1996. The post industrial landscape: A groundwork status report. Groundwork Foundation. Birmingham.(Atas talian).
<http://www.changingplaces.org.uk/research/> (22 Jun 2002).
- Hall, M.J. 1984. *Urban hydrology*. London: Elsevier Applied Science Publishers.
- Handley, J. 1998. Wasteland to woodland. 10 years of landscape change in St Helens. Wasteland to woodland steering group. Report issued May 1998. Groundworks Ltd. St Helens. (Atas talian).
[http://www.sthelens.gov.uk/website/publications.nsf/Lookup/WastelandtoWoodland/\\$file/WastelandtoWoodland.pdf](http://www.sthelens.gov.uk/website/publications.nsf/Lookup/WastelandtoWoodland/$file/WastelandtoWoodland.pdf) (22 Jun 2002).
- Jamaluddin Jahi & Nordin Hasan. 1996. Federal-State relationships in environmental management in Malaysia. Workshop on "Federal-State Relationships in Environmental Management" Organised by ISIS Malaysia and MOSTE. 22-23 Ogos.
- Kadaruddin, A & Noorazuan, M.H. 2005. Perubahan morfologi dan landskap litupan bandar di zon pesisir sungai kornubasi Cheras-Kajang-Bangi 1974-2001: Implikasinya terhadap kesihatan ekosistem lembangan. Prosiding Persidangan PPSPP-2. UKM Bangi. Hlm 1036-1046.
- Kuala Lumpur EPA. 1997. *Urbanization and streams: studies of hydrologic impacts*. Office of Water. Report No. 641-R-97-009. Washington.
- Ladson, T. 2004. *Optimising urban stream rehabilitation planning and execution*. Technical report 04/7. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology. Melbourne.
- Lai, F.S. & Osman S. 1989. Rainfall interception, throughfall, stemflow in two acacia mangium stands in Kemasul, Pahang. IHP-UNESCO-FRIM Regional seminar on tropical forest hydrology, Kuala Lumpur. 4-9 September.
- Lazaro, T.R. 1990. *Urban hydrology. A multidisciplinary perspective*. Lancaster: Technomic Publishing Com Inc.
- Ling, C. 2000. Rebuilding the post-industrial landscape: interaction between landscape and biodiversity on derelict land. Paper presented at the International Conference on "Multifunctional Landscapes", Roskilde, 18-21 Oktober.
- Manokaran, N. 1979. Stemflow, throughfall and rainfall interception in a lowland tropical rainforest in Peninsular Malaysia, *Malayan Forester*, 42: 174-201.
- Mansor I. 1998. Keberkesanan sistem perancangan fizikal dalam era globalisasi. Prasadang Seminar Kebangsaan Perancangan dan Pembangunan dalam Era Globalisasi. Anjuran Fakulti Sains Pembangunan, UKM, Bangi pada 8-9 Jun.
- Mersey Basin Campaign. 2004. The Mersey Basin. (Atas talian).
<http://www.merseybasin.org>. (26 Julai 2005).
- NEMO. 2000. Methods for deriving impervious cover information. Nonpoint education for Municipal Officials Project. NEMO Technical Paper No. 3. Haddam, Connecticut.
- Noorazuan, M.H. 2003. Urban drainage, imperviousness and flash flood in Malaysia : A geographical perspective. In Noorazuan, M.H. & Ruslan Rainis. (pnyt). 2003. *Urban ecosystem studies in Malaysia: A study of change*. Parkland, Florida: Universal Press.
- Noorazuan, M.H. 2006. Urban hydrological change in the Sankey Brook catchment, Northwest England. Tesis PhD tidak diterbitkan. University of Manchester.

- NRFA. 2004. *Mersey at Ashton Weir. Rainfall and runoff database*. (Atas talian). <http://www.nerc-wallingford.ac.uk/ih/nrfa/webdata/069007/g.html>. (13 Ogos 2004).
- Ravenhead Renaissance. 2004. What is Ravenhead Renaissance? (Atas talian). <http://www.ravenheadrenaissance.co.uk/content/ravenintro.html>. (13 Ogos 2004).
- Ruslan, H. 2001. The holistic approach to storm water pollution management. Kertas kerja dibentangkan dalam The World Day for Water Seminar. 18 March: Water and Health. Penang. Malaysia.
- Schueler, T. 1994. The importance of imperviousness. *Watershed protection techniques*. 1 (3): 100-111.
- Smith, D. 1981. *The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tippett, J. 2001. *Integrated catchment management and planning for sustainability - the case of the Mersey Basin Campaign*. Research Summary. Faculty of Social Sciences and Law. Manchester: University of Manchester: 10.
- Zandbergen, P. 1998. Urban watershed ecological risk assessment using GIS: A case study of the Brunette River watershed in British Columbia, Canada. *Journal of Hazardous materials*. 61: 163-173.