



LID與社區開發

陳起鳳

中國文化大學土地資源系

2010.11.16

2007, 高雄美濃



blog.roodo.com/finimay/archives/3978517.html

2001, 台北



kunlinjohnlee.pixnet.net/blog/post/21822736

2007, 台南



tw.epochtimes.com/7/8/14/62944.htm



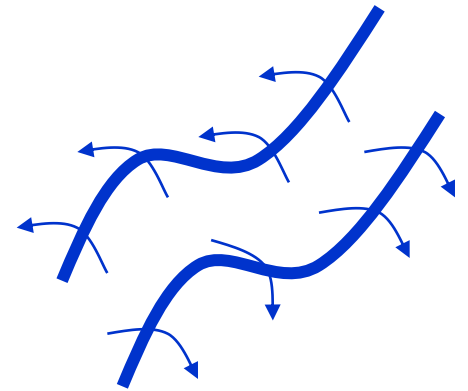
2009, 屏東林邊

crazeroost.pixnet.net/blog/post/25643821

蘋果日報

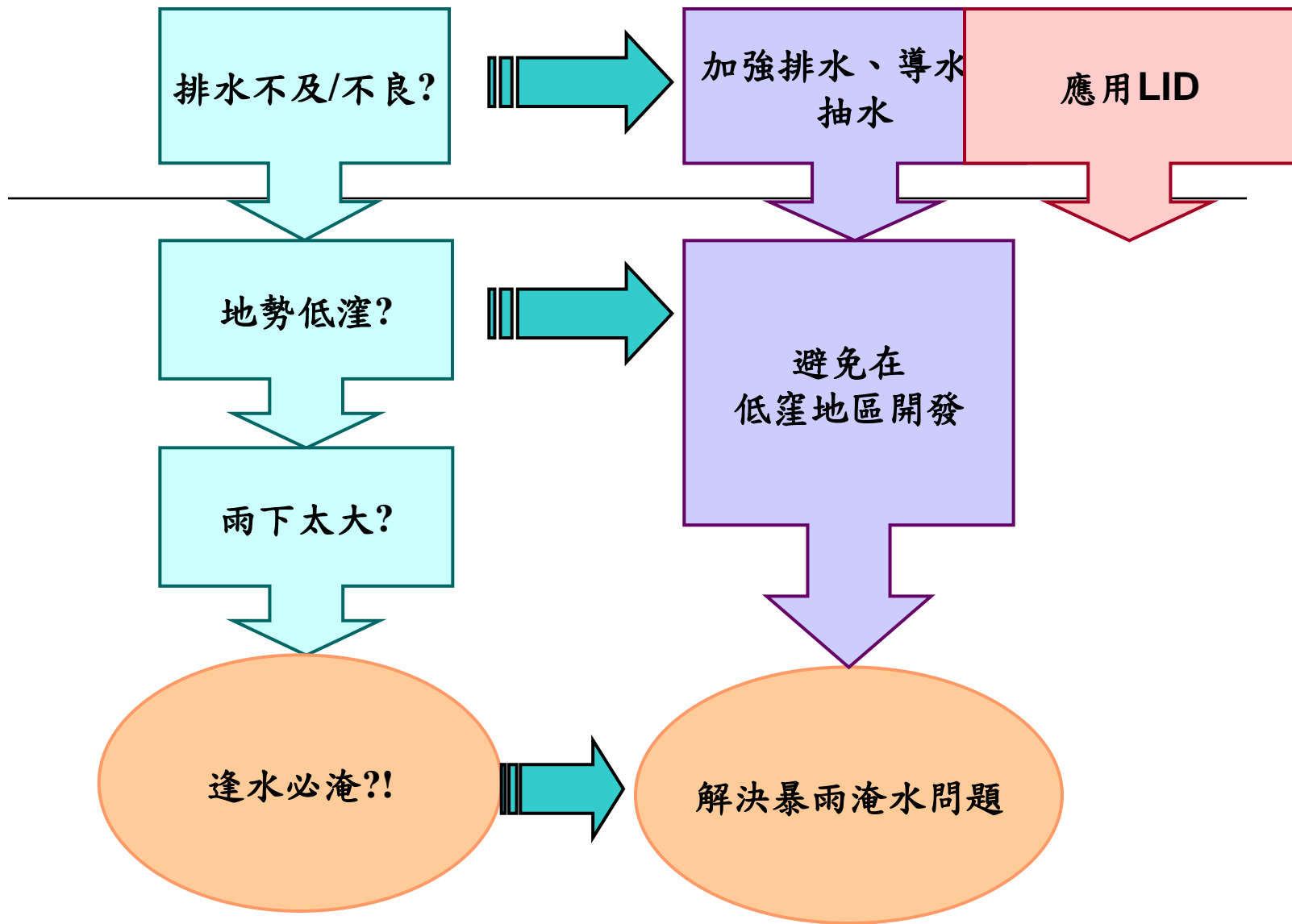
水患成因

○ 以前從河道淹沒至鄰近區域



○ 現在直接在都市區積水

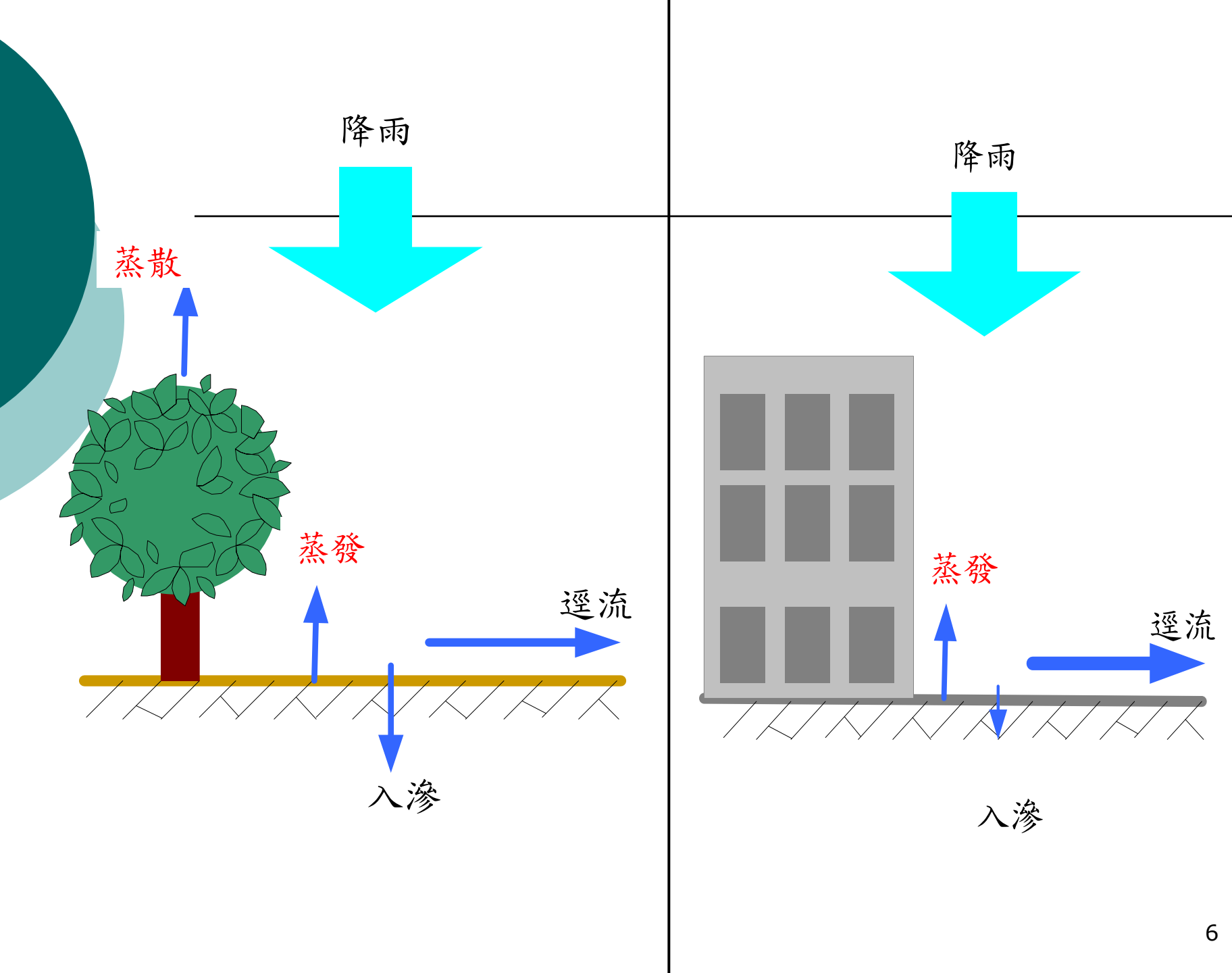
—————> 排水不及？



LID是一種暴雨治理新思維

暴雨治理新思維

- 同污染控制
- 污染控制：從管末處理到源頭管制
- 暴雨治理：從排水工程到低衝擊開發

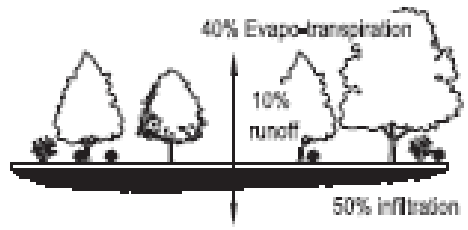


何謂LID

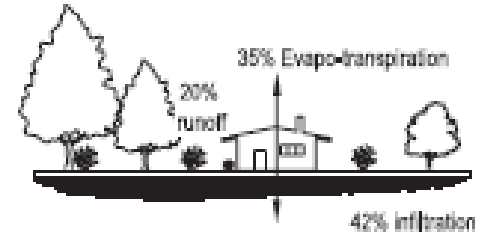
LID (Low Impact Development) 低衝擊開發

- 中心概念：進行土地開發利用時，盡量維持該地區天然水文循環特性。
- 當土地型態改變成道路、停車場、建築物等硬質表面，將改變當地水的流動
 - 尖峰流量增加
 - 集流時間縮短
 - 非點源污染產生
- LID：透過源頭管理(source control)，將水留在當地，而不是急於將水排出。

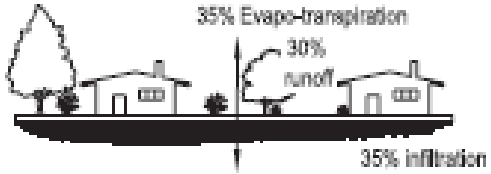
土地開發意味不透水面積增加，水文循環隨之改變。



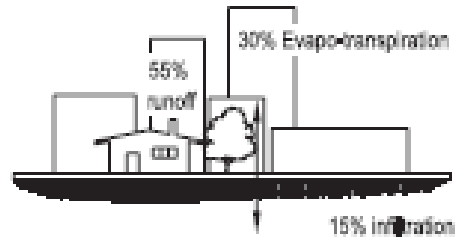
Natural Ground Cover



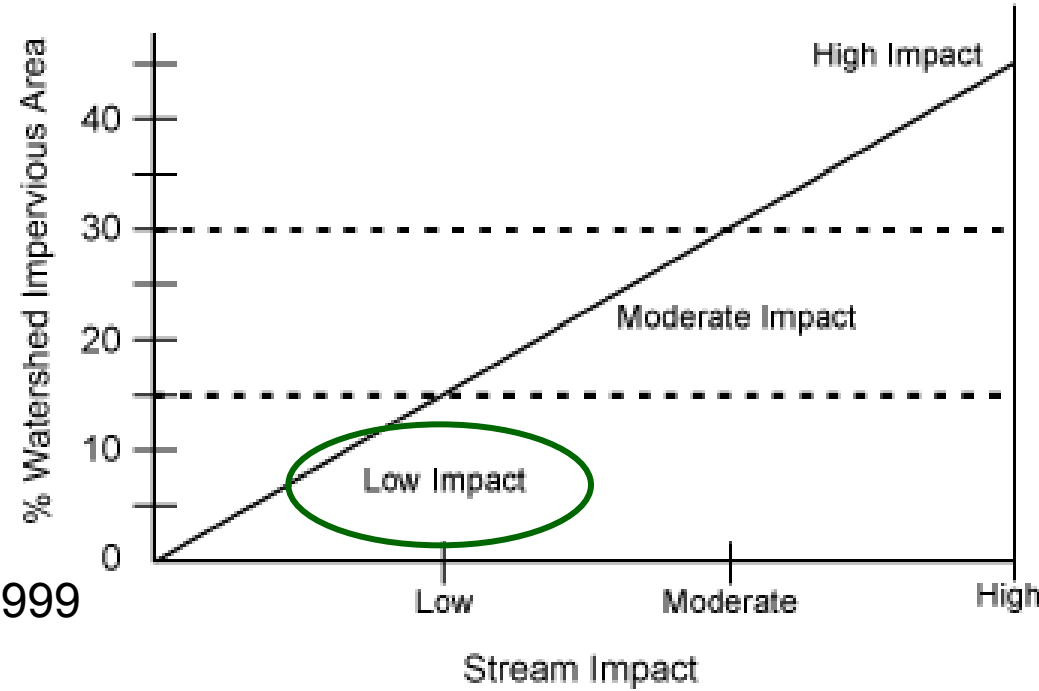
10-20% Impervious Surface



35-50% Impervious Surface



75-100% Impervious Surface



Prince George's County, Maryland, 1999

傳統 v.s. LID

傳統暴雨治理

- **導水、排水為主**：
快速將雨水導引離開市區。
- **包括**：排水溝、排水管、滯洪池、抽水設備。
- **對河川影響**：承接過多的地表逕流量，河道改變。
- **缺點**：不處理**水質**問題、對水生生態、河濱棲地恐有衝擊。

LID暴雨治理

- **源頭控制以及入滲為主**：
將雨水入滲量最大化，使地表逕流、污染濃度減少。
- **包括**：把開放空間設計在低地，作為雨水滯留處；不要在滲透性高的土地開發；搭配各種LID設施。
- **對河川影響**：降低尖峰流量、增加地下水補注。

LID 背景

- 1998年美國馬里蘭州喬治王子縣 (Prince George's County, MD) 以LID計畫獲得環保署的第一名 (first-place National Excellence Award for Municipal Stormwater Management Programs)
- 1999年，美國環保署資助喬治王子縣完成LID的指導手冊，將之推廣於其他州。

LID特性

○ 目的

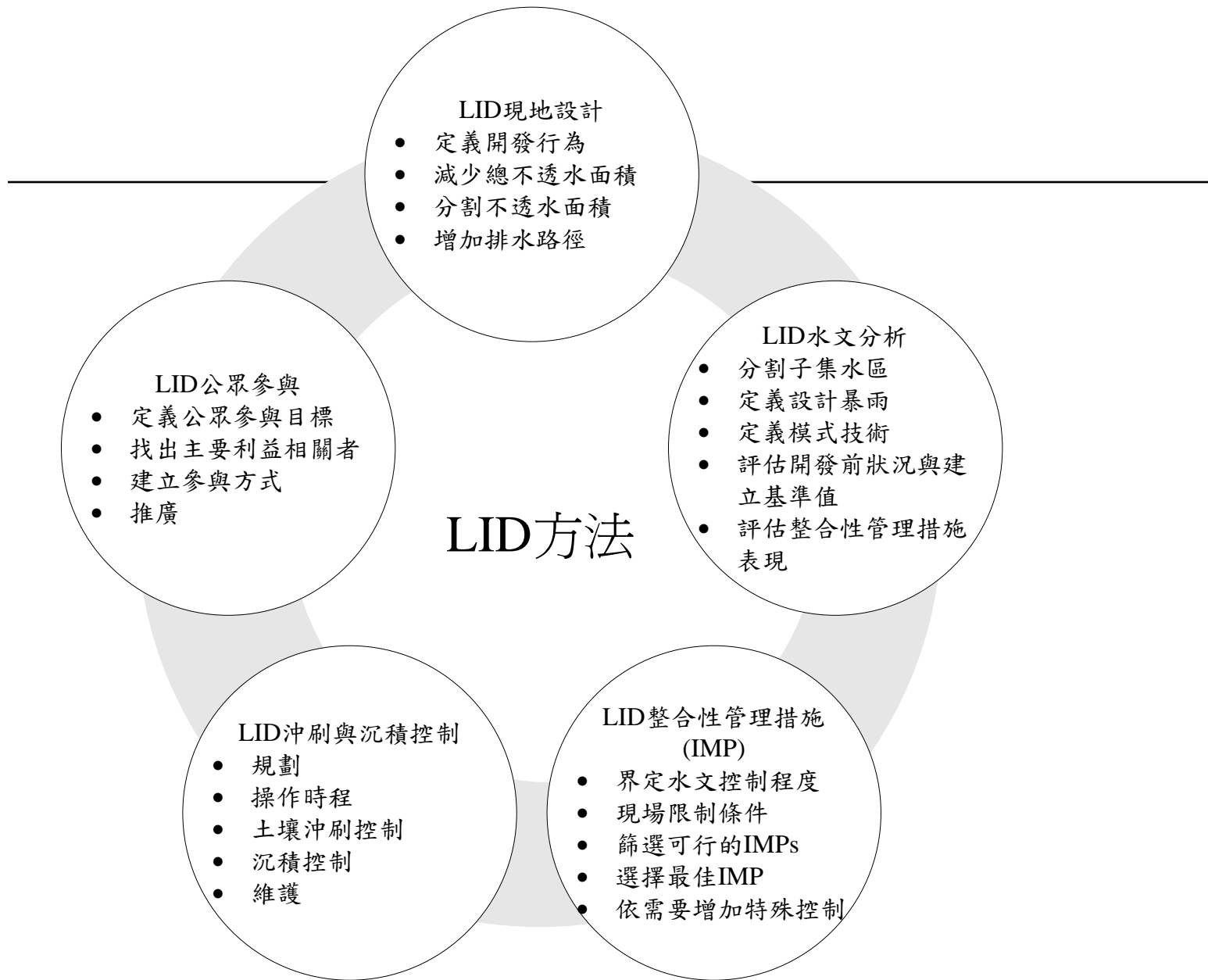
- 管理、補助、延遲、保存開發地區的地表逕流量，以至於與開發前(predevelopment)的水文狀態相同。

○ 功能

- 保存與水相關的生態功能
- 同時維持人類開發的潛力

○ 原則

- LID不是發展出新的方法技術，而是整合現有相關方法技術以及概念，成為新管理原則。



LID設計的五步驟

- 步驟一：保存水量 (Conservation)
 - 減少curve number (CN)值的改變量
- 步驟二：環境衝擊最小化
- 步驟三：維持原地表逕流集流時間
(predevelopment time of concentration)
- 步驟四：設法維持開發前的總逕流量
- 步驟五：污染預防

(Coffman, 2002)

步驟二：環境衝擊最小化

例如：

- 減少清除行為
- 保存上層土壤
- 減少土地干擾
- 進行土壤修正
- 造林
- 分割開發區
- 減少使用管線、排水溝
- 減少不透水面積

Minimize Impacts

- Minimize clearing
- Minimize grading
- Save A and B soils
- Limit lot disturbance
- Soil amendments
- Alternative surfaces
- Reforestation
- Disconnect
- Reduce pipes, curb and gutters
- Reduce impervious surfaces



(Coffman, 2002)

步驟三：維持原地表逕流集流時間

例如：

- 開放性排水
- 善用綠地空間
- 適度減少坡度
- 分散排水路線
- 延長排水路
- 使用草溝草帶
- 維持天然水路
- 增加片流機會

Maintain Time of Concentration

- Open drainage
- Use green space
- Flatten slopes
- Disperse drainage
- Lengthen flow paths
- Save headwater areas
- Vegetative swales
- Maintain natural flow paths
- Increase distance from streams
- Maximize sheet flow



(Coffman, 2002)

步驟四：設法維持開發前的總逕流量

LID的整合性措施(IMP)，例如：

- 開放性排水溝
- 生物滯留池
- 小型的管線與陰溝
- 入滲
- 窪地貯水
- 屋頂貯水
- 管線貯水
- 雨水利用
- 土壤管理

Storage Detention & Filtration **“LID’s IMP’s”**

- **Uniform Distribution at the Source**
 - Open drainage swales
 - Rain gardens /bioretention
 - Smaller pipes and culverts
 - Small inlets
 - Depression storage
 - Infiltration
 - Rooftop storage
 - Pipe storage
 - Street storage
 - Rain water use
 - Soil management

(Coffman, 2002)

步驟五：污染預防

減少非點源污染的
產生與累積

例如：

- 維護管理
- 適當的使用、處理與處置
 - 一般民眾(家庭)
 - 工業
 - 商業

Pollution Prevention

30 - 40% Reduction in N&P

Kettering Demonstration Project

- Maintenance
- Proper use, handling and disposal
 - Individuals
 - Lawn / car / hazardous wastes / reporting / recycling
 - Industry
 - Good house keeping / proper disposal / reuse / spills
 - Business
 - Alternative products / Product liability



Preserve Open Space and Minimize Land Disturbance



Source: Bielinski Homes

Community Open Space
Bielinski Homes
Waukesha, WI

Decentralize and Micromanage Storm Water at its Source using LID Storm Water Management Practices



Source: Low Impact Development Center

Grassed Swales
Somerset Development
Prince George's County, MD



From Conservation Design for Subdivisions: A Practical Guide to Creating Open Space Networks, by Randolph G. Arendt. Copyright © 1994 by Island Press. Reprinted by permission of Island Press, Washington, D.C. and Covello, CA.

Protect and Incorporate Natural Systems as Design Elements



Source: Applied Ecology & Services, Inc.

Wetland System
Prairie Crossing
Grayslake, IL

Utilize Neo-Traditional Street and Lot Layouts and Designs



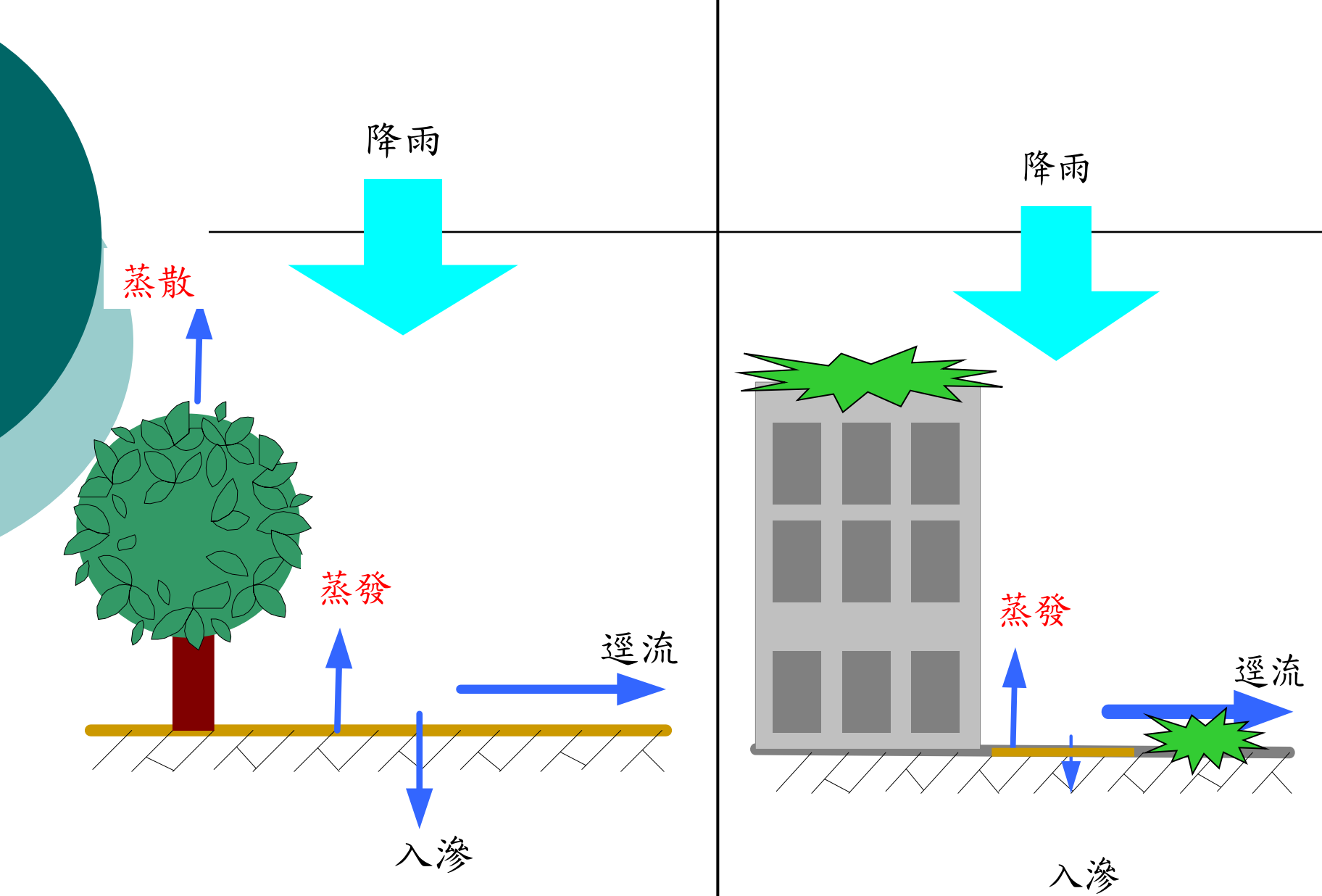
Source: DP2 & Co

Bowman Park
Vermillion Community
Vermillion, NC

LID's IMP

LID措施大多為：

- 綠屋頂 (Green roof/ ecoroof/ vegetated roof/ living roof)
- 生物滯留池 (Bioretention cell /island/ strip/ swale/ rain gardens)
- 透水性鋪面 (Permeable Pavements)



美國加州實例



Porous pavement covers about 1/3 of each



Rain garden in a small backyard that collects runoff from roof and patio.



LID street design: vegetated swales, no curbs, and narrower streets promote infiltration of stormwater.



Traditional



LID

In this example, LID design reduces imperviousness by changing the cul-de-sac design, reducing street width and lot size, and instead clustering houses around common green spaces that also serve as infiltration sites and preserving natural features.

減少街道寬度、將房子設計在綠色空間四周



Hollywood Driveways have a dividing strip of grass in order to reduce the amount of impervious surface. Another way to reduce driveway space is to share one with a neighbor.

綠屋頂成效

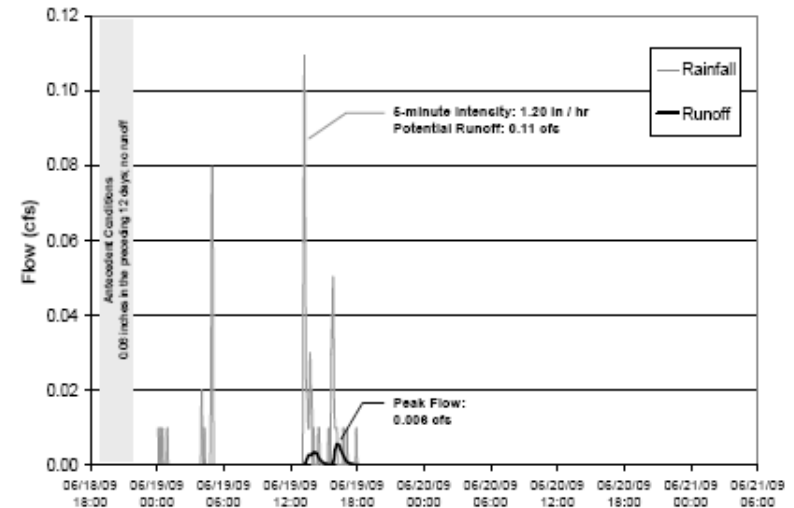
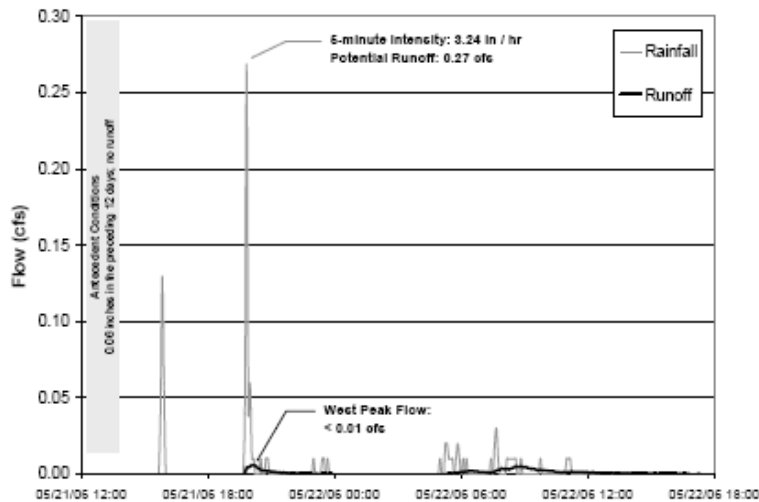
PORTLAND, OREGON



Figure 1 – Hamilton Apartments Ecoroof (new construction, 1999)



Figure 2 – Portland Building Ecoroof (retrofit, 2006)



Average annual runoff reduction=54%

Average peak flow reduction=54%²³

LID於都市計劃/社區改造

Case Study

Somerset is an 80-acre development in Prince George's County, Maryland consisting of 199 homes on 10,000-square-foot lots. During its creation, the developer used LID practices to reduce the storm water management burden. By using LID, the developer:

- Eliminated the need for storm water ponds by using bioretention techniques saving approximately \$300,000;
- Gained six additional lots and their associated revenues; and
- Reduced finished lot cost by approximately \$4,000.



Lot with Bioretention



Grassed Swale and Street without Curb and Gutter



Bioretention Area and Open Space

Photos: Low Impact Development Center

綠街道示意圖

LID於道路-綠街道(Green Streets)

Anatomy of a Green Street

Pedestrian friendly 行人友善環境

1000 cf soil volume for street tree tree boxes

Landscape areas

Permeable sidewalks

透水性人行道

Transit oriented

Shielded,
Energy efficient street fixtures
節能

Permeable pavement
in transitway

透水性鋪面

Bike Lane

Bioretention

生態槽

Interpretative signs
解說牌

Recycled materials used

再生材料

Mature Street Trees

Compost amended soils

堆肥土壤

Permeable pavement in
parking lane

透水性停車道

Bike Rack

資料來源：<http://www.lowimpactdevelopment.org/greenstreets/practices.htm>

小巷道

- 特性：多為不透水鋪面、容易淹水（因為沒有接到下水道）
- 適用LID類型：
 - 透水鋪面、植生淺溝



TYPICAL ALLEY



OPPORTUNITY



IMPLEMENTATION

美國芝加哥市 Green Alley



- ✓暴雨治理
- ✓減少熱

- ✓利用再生材料
- ✓省能、減少炫光

圖片來源：The Chicago Green Alley Handbook

雨水延伸邊欄

住宅區道路



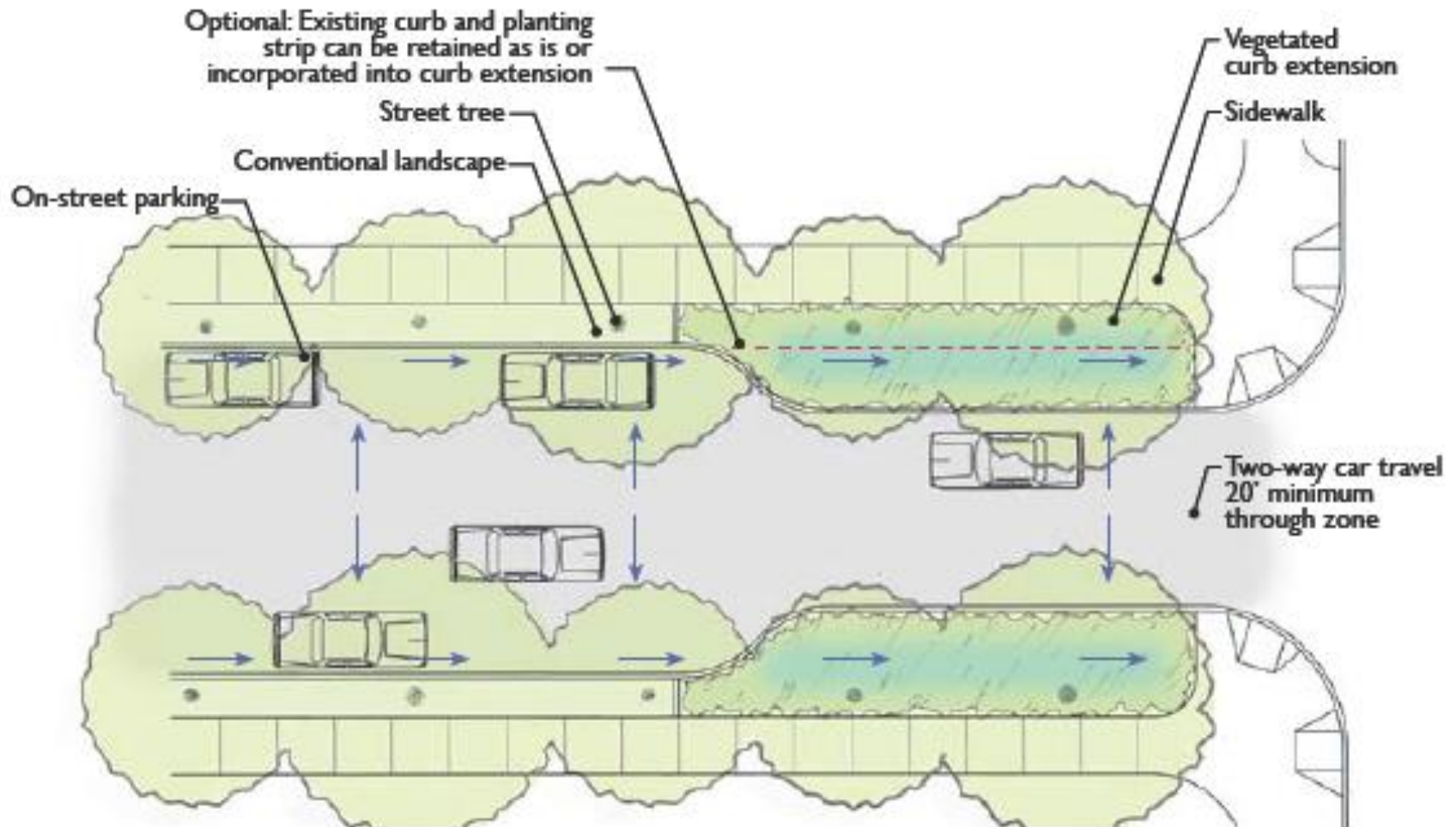
TYPICAL STREET



OPPORTUNITY



IMPLEMENTATION



透水性鋪面

---設置在停車區域



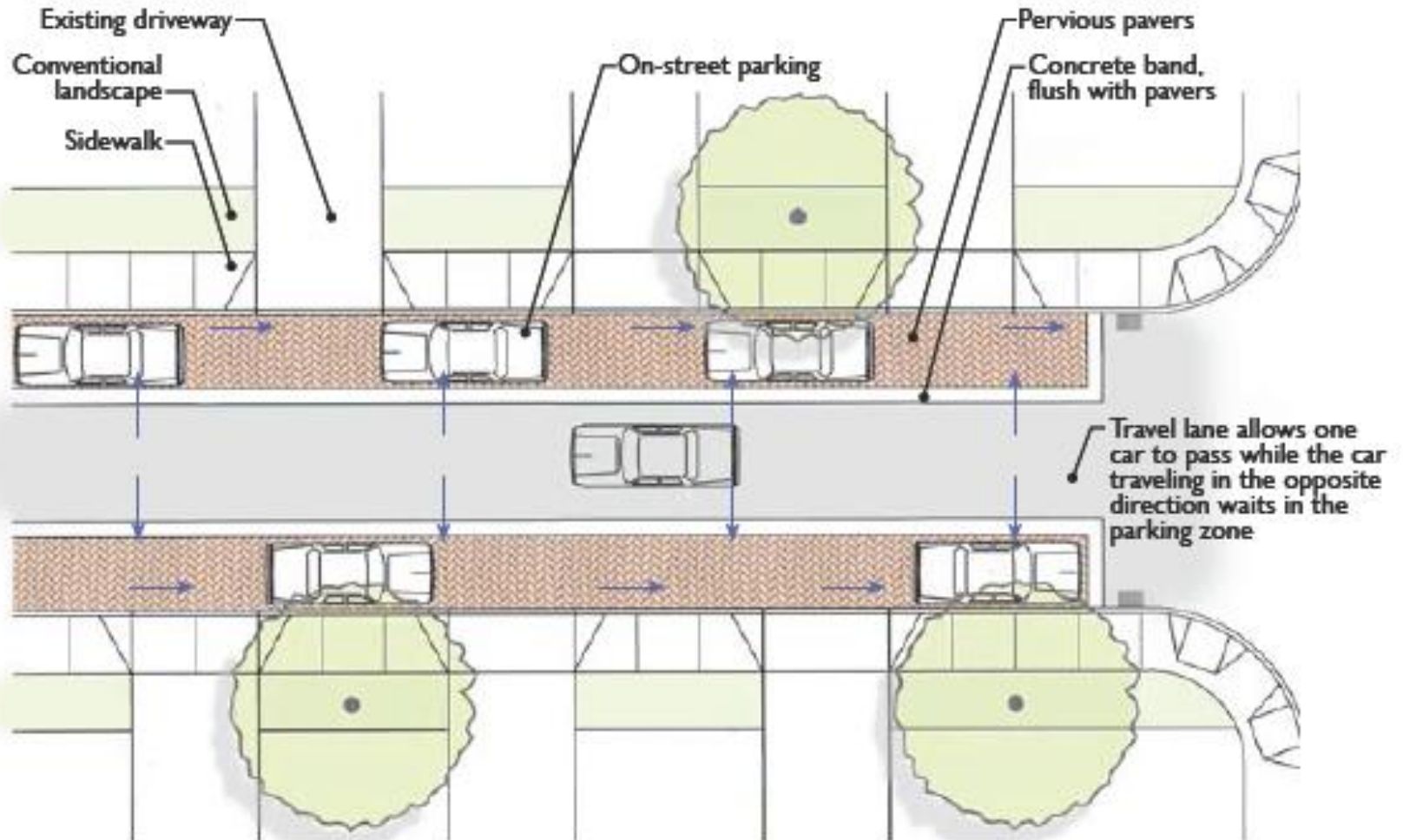
EXISTING



OPPORTUNITY



IMPLEMENTATION



植生淺溝

住宅區道路



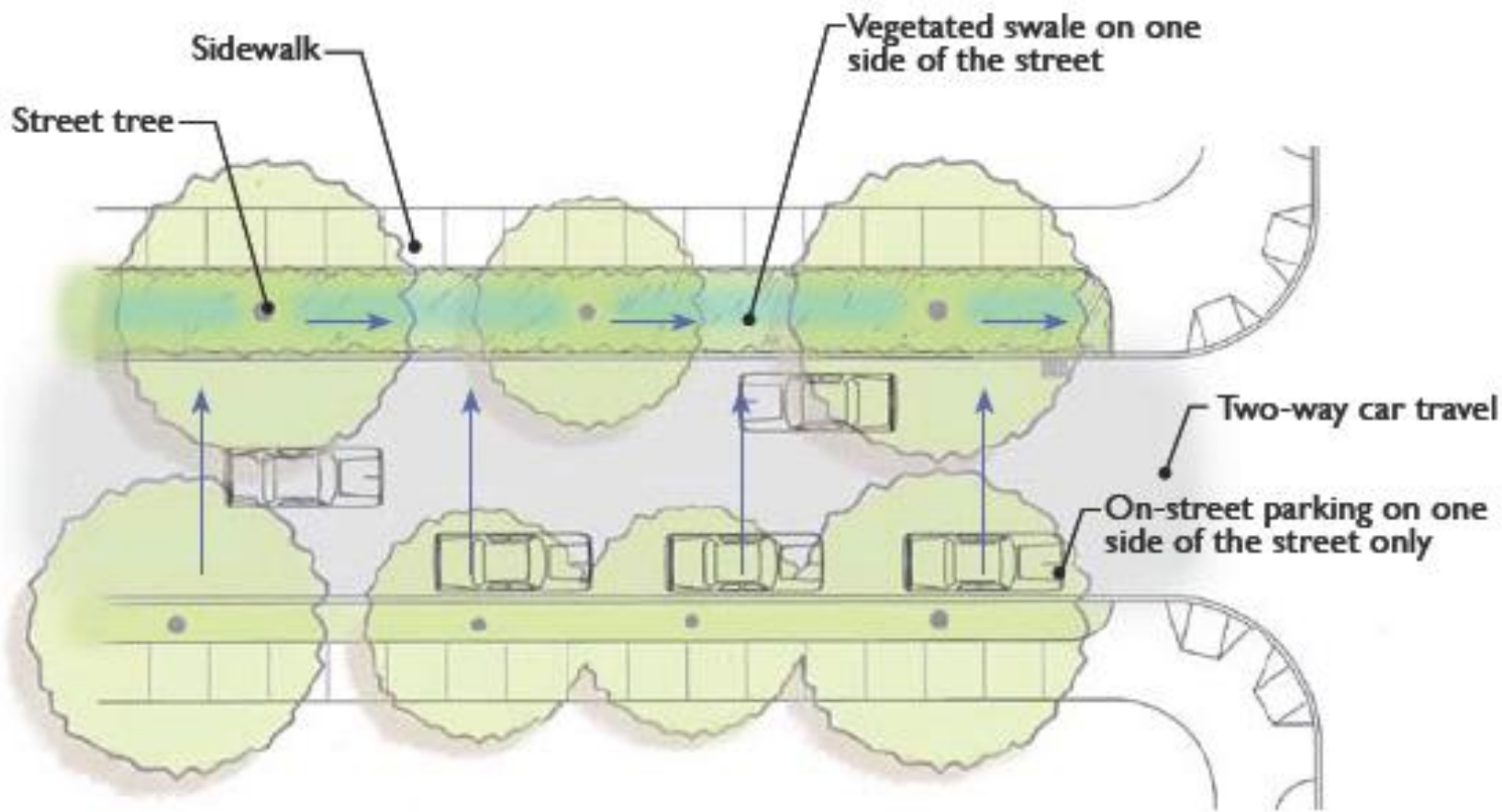
EXISTING



OPPORTUNITY



IMPLEMENTATION



植生單元槽



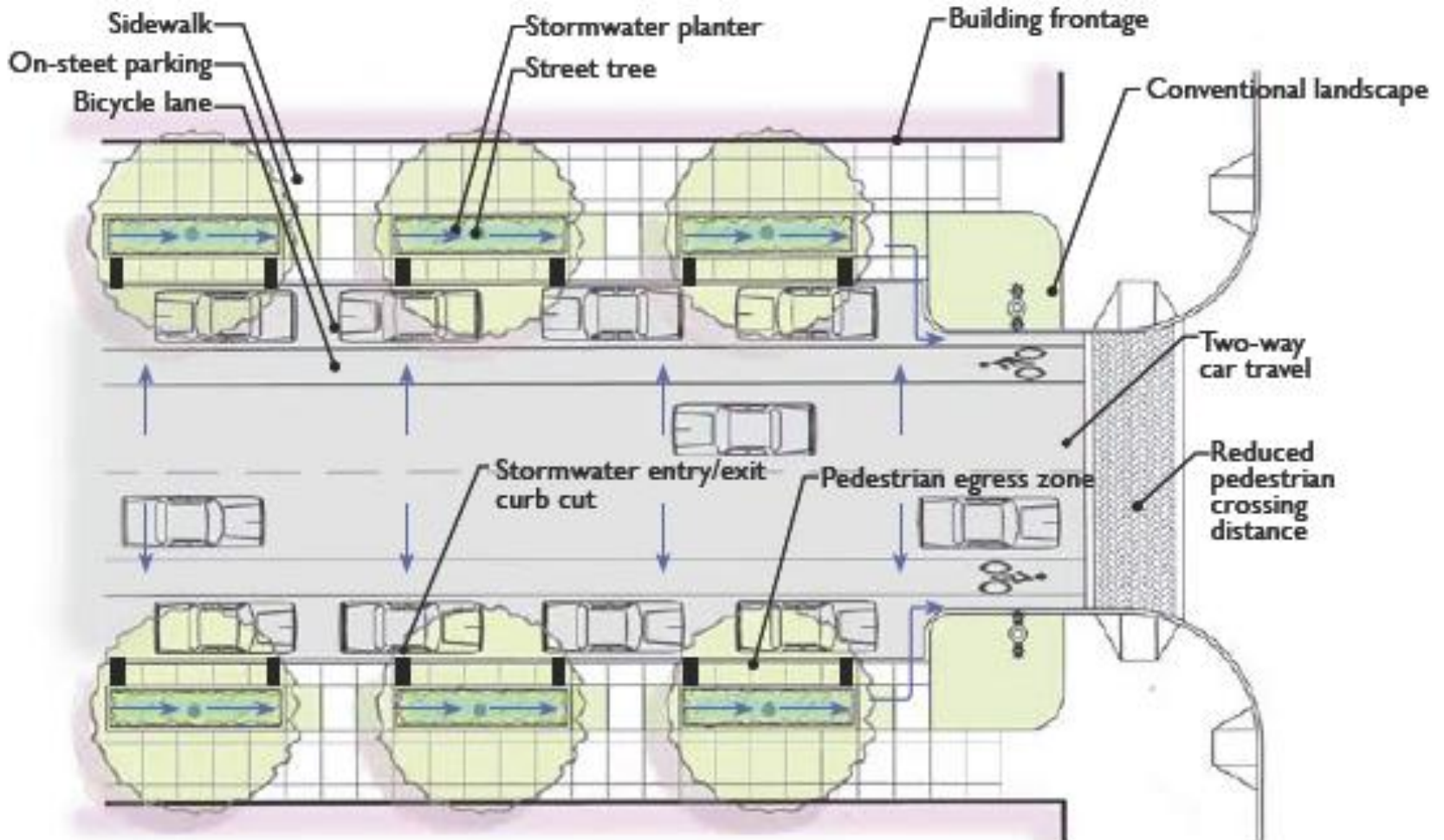
TYPICAL STREET



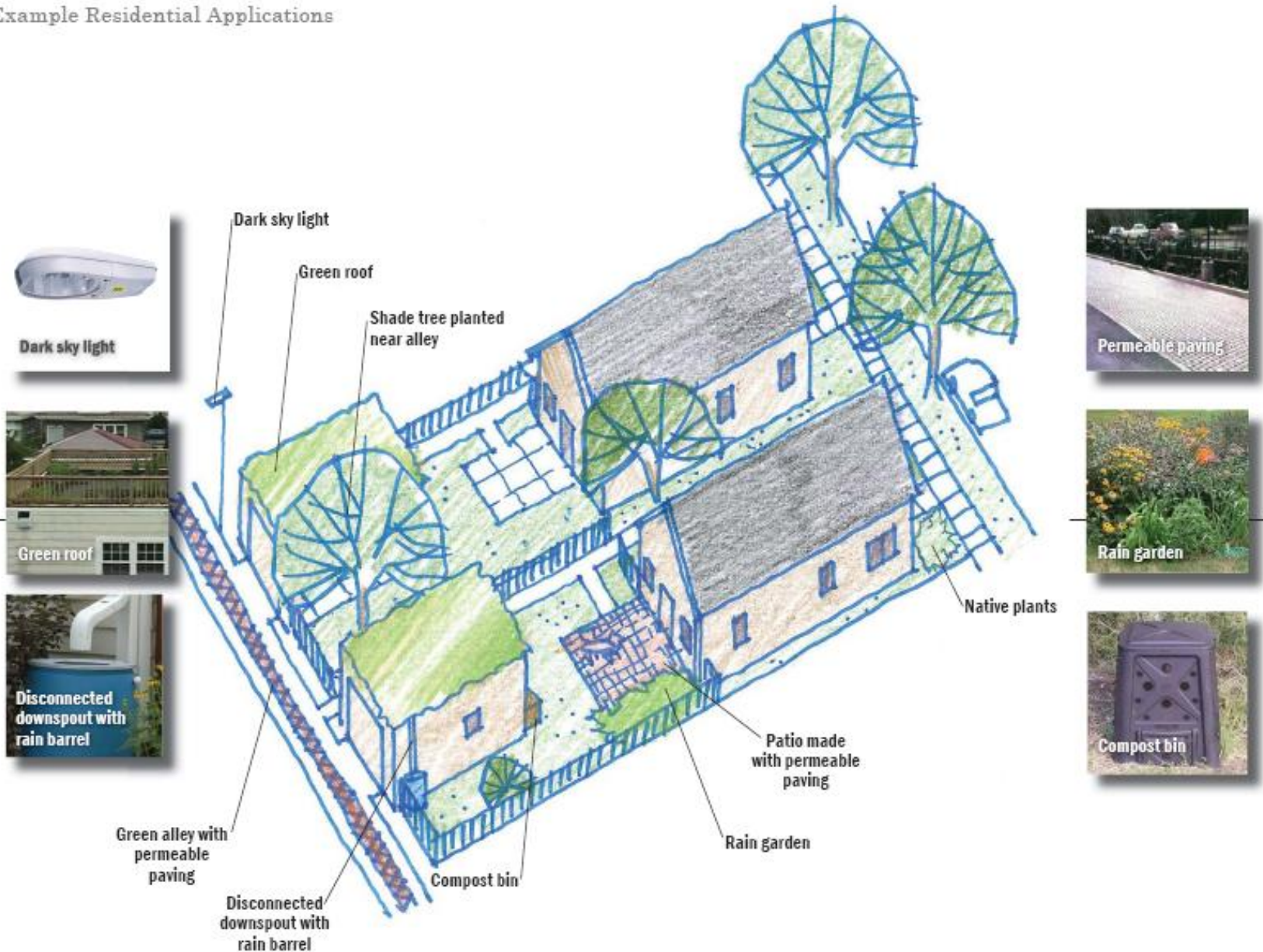
OPPORTUNITY



IMPLEMENTATION

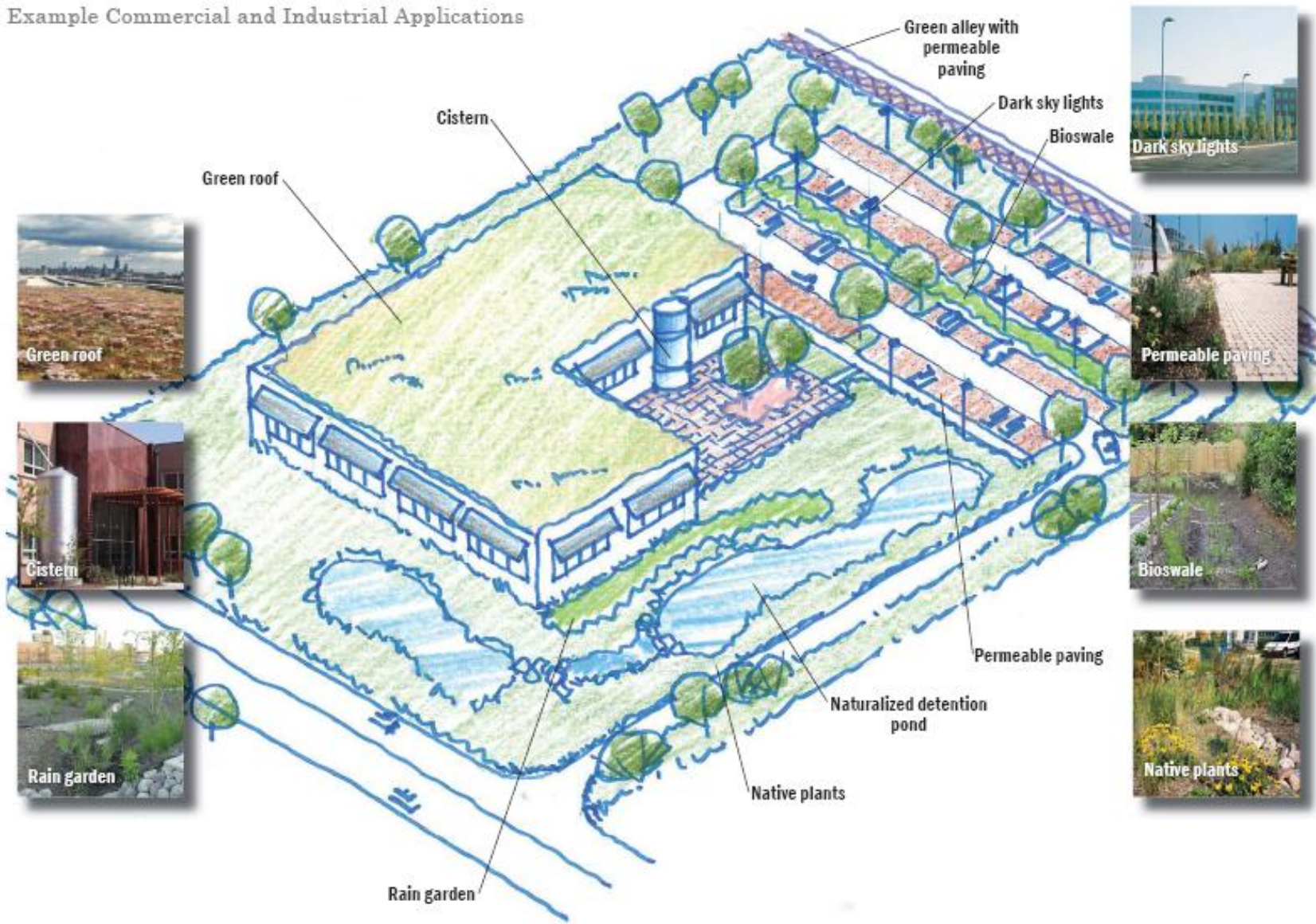


Example Residential Applications



Source: The Chicago Green Alley Handbook

Example Commercial and Industrial Applications



Source: The Chicago Green Alley Handbook

高雄市三民區本和里 全台第一都會滯洪池公園

- 94年間完工啟用後，當地不再淹水。
- 斥資1億3000多萬元
- 面積3.14公頃的滯洪池公園，內有3個串連的滯洪池及生態池，滯洪水量達10萬噸。



本和里生態滯洪池完工照片。(高雄市政府工務局提供)



本和里生態滯洪池空照圖。(高雄市政府工務局提供)

北市將設281個滯洪池！



台北市首座都會滯洪池--萬美街滯洪池：

蓄水11,000m³

台灣第一個都市區雙層滯洪池，分上下兩層：地面池容量為2000m³、
地下池容量 9000m³。

總經費將高達6億元，預估可削減約55%尖峰流量。

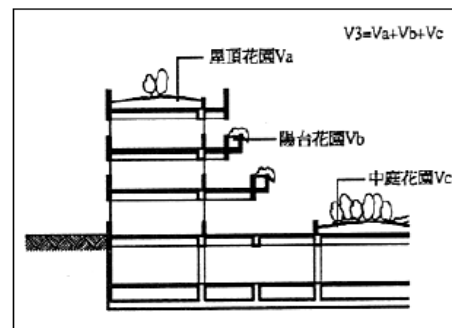
國內透水鋪面相關規定

- 母法:「**建築法**」(Building Act)
- 「**建築技術規則**」
 - 建築物之設計、施工、構造及設備，依本規則各編規定。
 - 「**建築技術規則建築設計施工編**」
- 「**建築基地保水設計技術規範**」(「**建築技術規則建築設計施工編**」第三百零七條第二項)
 - 建築基地應具備原裸露基地涵養或貯留滲透雨水之能力，其建築基地保水指標應達**0.5**以上。

$$\lambda = \frac{\text{開發後基地保水量}}{\text{原基地保水量}} = \frac{Q'}{Q_0} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{A_0 \cdot f \cdot t} \geq \lambda_c = 0.5 \times (1-r)$$

「建築基地保水設計技術規範」

- 目的：
 - 為改善土壤生態環境、調節環境氣候、降低區域洪峰、減少洪水發生率，提供建築基地涵養雨水及貯集滲透雨水的設計標準。
- 適用範圍：
 - 學校、高層建築物及都市計畫地區之新建建築物。
- 常用保水設計：
 - 綠地、被覆地、草溝
 - 透水鋪面
 - 人工地盤花園

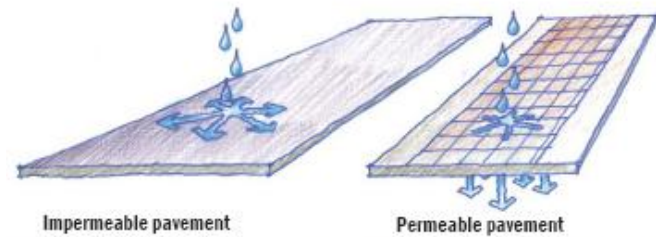




透水性瀝青混凝土



透水性混凝土



Impermeable pavement

Permeable pavement



Permeable pavers



Permeable concrete



Permeable asphalt



非連續拼接鋪面



鏤空鋪面



環保透水透氣混凝土鋪面



高壓預鑄透水磚

國內常用之透水性鋪面種類

圖片來源：營建署，透水性鋪面養護工法，2009.

國立台灣師範大學理學院行政大樓屋頂

- 2005年，台師大環教所接受教育部永續校園局部改造計畫案，在理學院行政大樓、佔地600多平方公尺的頂樓，規劃「屋頂農園」。



2007吳興國小



錫瑠基金會

2008松山工農



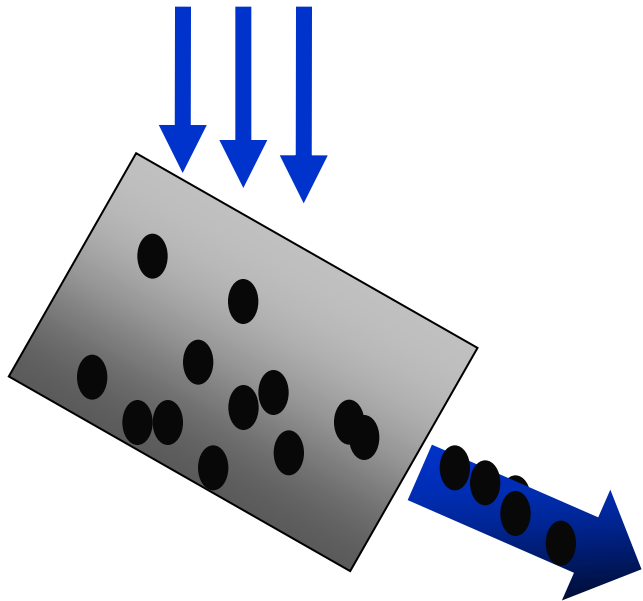
2009信義國中



照片來源：Green Roof 綠屋頂專題網頁

LID 對非點源污染的影響

- 非點源污染來自暴雨沖刷
- 逕流水成污染物載體
- 處理逕流水即處理非點源污染



結語

- 低衝擊開發兼顧發展與治水目標，適用於我國高密度開發地區。
- LID強調開發地區特性，各措施在我國的適用性須先評估，不應直接複製使用。
- 我國相關技術成熟，應嘗試將既有措施技術，以LID概念合併成整體性的設計，進行區域性的暴雨治理。

問題討論?
